МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Монография

Часть 2

Зерноград – 2025

УДК 61
О 64

Печатается по решению ученого совета
Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Рецензенты:
заведующий кафедрой электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина, доктор технических наук,
доктор педагогических наук, профессор ***Григораш О.В.,***

профессор кафедры «Производственная безопасность»
Донского государственного технического университета,
доктор технических наук ***Гапонов В.Л.***

О 64 Организация здорового образа жизни в сельской местности: монография. Часть 2 / И.Э. Липкович, С.Л. Пушенко, А.Н. Глобин, М.М. Украинцев, И.В. Егорова, Н.В. Петренко, И.В. Украинцева, С.М. Пятикопов, А.С. Гайда, Ж.В. Матвейкина, М.В. Жолобова, С.А. Ковалева. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025. – 207 с.

ISBN 978-5-91833-235-1
ISBN 978-5-91833-237-5 (ч.2)

В монографии рассмотрены вопросы организации здорового образа жизни населения в сельской местности.

Монография включает основные положения и нормативно-правовую базу, позволяющие ввести читателя в круг проблем, связанных с организацией здорового образа жизни в сельской местности. Во второй части монографии рассмотрены: принципы организации здорового питания, очистки воды и контроль за ее состоянием. Приведены источники загрязнения атмосферы, факторы, оказывающие негативное влияние на материалы и человека, а также мероприятия и средства по санитарной охране атмосферного воздуха.

Монография предназначена для специалистов сельского хозяйства, аспирантов, магистров, руководителей сельскохозяйственных предприятий, а также для работников службы охраны труда АПК.

ISBN 978-5-91833-235-1
ISBN 978-5-91833-237-5 (ч.2) УДК 61

© И.Э. Липкович, С.Л. Пушенко, А.Н. Глобин и др., 2025
© Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

5 ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ 5

5.1 Принципы рационального питания и здоровья человека 5

5.2 Характеристики основных пищевых продуктов 20

5.3 Диета и здоровье человека 25

5.4 Потребность человека в воде 29

5.5 Особенности питания весной 32

5.6 Особенности питания людей в пожилом и старческом возрасте 33

5.7 Режим питания 36

5.8 Организация питания в сельской местности 38

5.8.1 Организация общественного питания в сельской местности 44

5.8.2 Организация питания в условиях производства 47

5.8.3 Транспортировка готовой пищи и санитарные требования к буфетам-раздаточным 68

5.8.4 Санитарные требования к магазинам кулинарии 69

5.8.5 Санитарные требования к кондитерским цехам, вырабатывающим изделия с кремом 69

5.8.6 Гигиена на предприятиях общественного питания 74

6 ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДАЧИ И ОЧИСТКИ ВОДЫ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ. КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОДЫ 76

6.1 Водоснабжение – важный фактор оздоровления условий жизни в сельской местности 76

6.2 Физиологическое значение воды 76

6.3 Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения 79

6.4 Выбор источника водоснабжения и санитарные мероприятия при устройстве и эксплуатации сельских водопроводов 91

6.5 Санитарные требования к устройству и условиям эксплуатации средств децентрализованного водоснабжения 100

6.6 Нормы и расчетный расход водопотребления 106

6.7 Схемы водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий 120

6.8 Режим водопотребления 127

6.9 Определение расчетных расходов и свободного напора воды 129

6.10 Подземные и поверхностные источники водоснабжения 131
6.11 Водозаборные сооружения 133
6.11.1 Водозаборные скважины 134
6.11.2 Шахтные колодцы 135
6.11.3 Горизонтальные водозаборы и каптажные камеры 137
6.11.4 Водозаборные сооружения берегового типа 138
6.11.5 Водозаборные сооружения руслового типа 140
6.12 Формулы для расчета водопроводных сетей 141
6.13 Водонапорные и регулирующие устройства 144
6.13.1 Водонапорные башни 144
6.13.2 Резервуары 148
6.14 Определение объемов баков водонапорных башен и резервуаров чистой воды 150
6.15 Общие вопросы проектирования водоочистных компонентов 153
6.15.1 Выбор площадки для размещения водоочистных сооружений и решение их высотной схемы 153
6.15.2 Компоновка водоочистных комплексов 158
6.16 Очистка и обезвреживание воды 160
6.16.1 Методы очистки воды 160
6.16.2 Коагулирование и отстаивание воды 161
6.16.3 Фильтрование воды 166
6.16.4 Обеззараживание воды 170
7 МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЪЕКТА И НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ 172
7.1 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на организм человека и санитарные условия жизни населения 172
7.2 Мероприятия и средства по санитарной охране атмосферного воздуха 176
7.3 Мониторинг состояния воздушной среды 190
ЛИТЕРАТУРА 206

5 ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

5.1 Принципы рационального питания и здоровья человека

Потребность в пище. Ведущая биологическая потребность человека – это потребность в пище, она дает возможность сохранить его жизнь и здоровье. Рациональное питание является средством ликвидации этой потребности и неотделимо от здорового образа жизни.

Питание тесно связано с эмоциональными проявлениями, возникновение которых обусловлено удовлетворением (или неудовлетворением) потребностей организма.

Отрицательные, тягостные эмоции, возникающие в голодном состоянии, побуждают организм к поискам пищи. Удовлетворение какой-либо биологической потребности человека, как правило, сопровождается самостоятельным положительным эмоциональным переживанием.

Питание – врожденная биологическая потребность и обязательное условие долгой, здоровой и счастливой жизни. Однако неправильное пищевое поведение, любые нарушения в режиме приема пищи, ее качестве и количестве (переедание, голодание, однообразное питание и т.д.) сказываются на здоровье человека и на продолжительности его жизни. Болезни, связанные с потреблением пищи, могут возникать из-за недостатка или избытка тех или иных компонентов питания, а также из-за количественного несоответствия потребностям организма.

Вся жизнь человека связана с непрерывным обменом веществ, происходящим в организме. На него затрачивается большое количество энергии. Эта энергия, а также материалы для обновления и роста клеток и тканей обеспечиваются пищей. Хорошее состояние кожи, волос, ногтей, нормальная работа органов и систем организма – все это и многое другое зависит от правильного питания, от приема разнообразной пищи. При однообразном питании организм не получает нужных ему веществ, и здоровье человека начинает разрушаться. Это проявляется в виде частых простудных заболеваний, малокровия, весенней утомляемости, кариеса зубов и других болезненных состояний.

Проблема адекватного, полноценного питания непременно связана с излишней полнотой, которой в России страдают 26–28 % населения. Переедание и избыточная масса – причина преждевременной смерти 1,5 млн человек в мире ежегодно. В целом смертность тучных после 45 лет по сравнению с людьми, имеющими нормальную массу, в 1,5 раза выше.

Вместе с тем все больше встречается больных, у которых имеются различные болезни органов пищеварения и малокровие в результате несбалансированного питания, лишенного полноценных белков, жиров, углеводов,

витаминов и микроэлементов. Наиболее заметно это отражается на повторно беременных, многодетных матерях, людях преклонного возраста. Недостаточная калорийность питания, т.е. хроническое голодание, даже в наши дни становится причиной смерти на Земле 13 млн человек в год.

Потребностям организма отвечает рациональное питание, сбалансированное по составу и калорийности с учетом индивидуальных особенностей. Для людей типичны индивидуальные различия и в анатомическом строении, и в протекании биохимических реакций обмена веществ, а также в восприимчивости к заболеваниям, реагировании на многочисленные факторы окружающей среды (климат, труд, быт) и др. В силу этих причин люди имеют различную потребность в пище и в отдельных ее компонентах: витаминах, аминокислотах, минеральных веществах и др.

Питание и развитие. Если в детстве ребенок полностью не удовлетворяет свои потребности в пищевых веществах, то его обмен изменяется, замедляются или нарушаются рост и развитие. Если взрослый человек по незнанию или другим причинам не удовлетворяет свои специфические потребности в пищевых веществах, у него развиваются явления недостаточности, что может привести к различным заболеваниям и повысить восприимчивость к болезням. С возрастом некоторые органы и ткани организма могут стареть раньше других в силу их генетической слабости, что может вызвать необычайно высокую потребность в специфических веществах.

Знание указанных закономерностей позволяет грамотно построить рацион питания с учетом потребностей конкретного организма. Вместе с тем питание людей зависит не только от различных потребностей, но и от вкуса. Вкус, в свою очередь, зависит от наследственности, индивидуальных особенностей обмена веществ, а также от доступности (или недоступности) той или иной пищи, что во многом определяется географическими и экономическими факторами.

Кроме того, вкус зависит от традиций, обычаев, т. е. он воспитывается; иными словами, привычка к чему-либо – это приобретенный в процессе жизни условный рефлекс, сформированный на основе доминирующей потребности и под влиянием социальной среды. Поэтому вполне можно отучиться пить чрезмерно крепкий и сладкий кофе или чай, неограниченно употреблять сладости и выпечку и, наоборот, приучить себя к несладкому чаю, несоленой и нежирной пище и т.д. Однако для этого необходимо изменить доминирующую мотивацию поведения, что достигается волевыми усилиями и требует времени. Если человек осознал, что его доминирующей потребностью является избавление от избыточного веса, он с этим может справиться самостоятельно, не подвергая свой организм риску, связанному с операциями или приемом химиопрепаратов.

Потребность конкретного человека в различных компонентах пищи, количестве и соотношениях питательных веществ не только индивидуальна, но и зависит от возраста, выполняемой физической или умственной нагрузки, состояния покоя или психоэмоционального напряжения, функционального

состояния организма. Поэтому определение норм и характера питания хотя и должно учитывать общие физиологические требования и рекомендации, может быть лишь строго индивидуальным.

Питание является рациональным, если оно адекватное, сбалансированное и индивидуальное, потому заботиться о нем каждый человек должен самостоятельно. Рациональное питание – непременный фактор, влияющий на здоровье человека.

Сбалансированное питание. Важнейшее условие рационального питания – *сбалансированность количественного состава и энергопоступления.* По калорийности суточный рацион питания должен соответствовать энергозатратам организма, а по объему – вызывать чувство сытости.

Потребность организма в энергии связана с массой тела, физической активностью, скоростью роста и обновления организма. Эту энергию организм человека получает в виде потенциальной энергии питательных веществ, аккумулированной в химических связях молекул жиров, белков и углеводов и высвобождающейся в процессе биологического окисления. Для каждого питательного вещества характерна своя энергетическая ценность: при окислении 1 г белков или углеводов образуется 4,1 ккал, а при окислении 1 г жиров – 9,3 ккал. Энергия окислительных обменных процессов (катаболизм, диссимиляция) – это движущая сила процессов синтеза (анаболизм, ассимиляция) в организме и выполнения им любых видов работы.

При определении физиологических норм питания важно соблюдать соответствие энергетической ценности (калорийности) пищевого рациона энергозатратам конкретного организма, которые складываются из основного обмена и особенностей трудовой деятельности.

Под основным обменом понимают минимальный уровень энергозатрат, необходимых для поддержания жизнедеятельности организма в условиях относительно полного физического и эмоционального покоя. Энергия основного обмена затрачивается на дыхание, работу сердца, нервной и эндокринной систем, поддержание температуры тела, синтез веществ, гормонов и т.д. Величина основного обмена зависит от соотношения в организме процессов анаболизма и катаболизма. В целом обмен веществ молодого человека и мужчины выше, чем женщин и пожилых людей. Но и в молодом возрасте каждый организм имеет свои особенности обмена веществ.

Преобладание у детей и подростков процессов роста и развития (анаболизма) обусловливает более высокие значения основного обмена на килограмм массы (1,8 ккал в 7 лет) по сравнению с взрослыми (1 ккал), у которых в состоянии здоровья процессы распада питательных веществ (катаболизм) и формирование новых клеток (анаболизм) уравновешены. Для каждой возрастной группы установлены стандартные величины основного обмена, отклонение от которых в пределах ±10 % считается нормой. Более резкие отклонения основного обмена могут служить признаком ряда заболеваний или состояний организма.

Характер обмена веществ, кроме основного обмена, связан с особенностями трудовой деятельности. Энерготраты организма возрастают при физической и умственной работе, психоэмоциональном напряжении, после приема пищи, при понижении температуры. Существует прямая зависимость величины энергозатрат от тяжести физической нагрузки.

Людям, занятым в сфере интеллектуального труда, для восполнения энергозатрат достаточно 2500–3000 ккал в сутки для мужчин и 2200–2500 ккал для женщин. При повышении интенсивности физического труда энергозатраты увеличиваются, и, соответственно, должна быть увеличена калорийность питания. В пожилом возрасте при снижении интенсивности основного обмена сбалансированность питания достигается за счет снижения общей калорийности употребляемой пищи до 2300–2600 ккал в сутки для мужчин и 2 100–2 300 ккал для женщин. Для растущих детей общие суточные энерготраты составляют 2 500 ккал, в подростковом возрасте (14–18 лет) они возрастают до 3000 ккал. Во время занятий спортом энергетические затраты, особенно в период тренировок и соревнований, могут возрастать до 6000–7000 ккал/сут.

При ведении здорового образа жизни под нормами питания понимают такие, которые у взрослого человека полностью покрывают все затраты организма, а у детей обеспечивают еще потребности роста и развития. По энергетическим затратам можно выделить четыре степени интенсивности (тяжести) физической работы взрослого населения (таблица 5.1). Физическая нагрузка первой степени тяжести не связана с затратой физического труда или требует незначительных физических усилий. Она характерна для ученых, врачей, педагогов, юристов, работников интеллектуального труда и составляет 2500–2800 ккал/сут. При умственном труде, не связанном с физическими усилиями и эмоциями, энергозатраты организма возрастают в среднем на 2–3%. Умственный труд, сопровождающийся легкой мышечной деятельностью, психоэмоциональным напряжением, приводит к повышению энергозатрат на 11–19% и более.

Таблица 5.1 – Энергетические затраты организма при физической работе различной интенсивности

Физическая нагрузка	Уровень энергетических затрат, ккал/сут	
	мужчины	женщины
В пределах основного обмена	1700	1500
Отсутствует	2300	2000
Первой степени тяжести (легкая)	2800	2500
Второй степени тяжести (умеренно тяжелая)	3300	3000
Третьей степени тяжести (тяжелая)	3800	3700

Четвертой степени тяжести (очень тяжелая)	4800	

Физическую нагрузку второй степени тяжести выполняют работники механизированного труда и сферы обслуживания (водители автомашин, токари, слесари, плотники), их деятельность не требует больших физических усилий, а энергозатраты составляют 3000–3300 ккал/сут.

К третьей степени тяжести относят физическую работу средней интенсивности, ее выполняют работники механизированного труда, связанного со значительными физическими усилиями (шахтеры, кузнецы, молотобойцы), их энергозатраты составляют 3800 ккал/сут.

И наконец, четвертая степень – это немеханизированный или частично механизированный физический труд большой или средней тяжести (грузчики, лесорубы, землекопы), их энергозатраты составляют 4800 ккал/сут и более.

Второе условие рационального питания – это удовлетворение потребности организма в полноценных пищевых продуктах, т.е. *сбалансированность качественного состава рациона питания.* Избыточная масса тела бывает не только от переедания, но и от несоответствия качественного состава рациона потребностям организма.

Суточный рацион питания должен содержать все необходимые для организма вещества: белки, жиры, углеводы в соотношении 1:1:4,5, минеральные вещества (кальций, фосфор, железо, медь, магний, цинк, хром и др.), витамины, воду и сорбенты (клетчатку). При выполнении преимущественно физического труда в пищевом рационе соотношение белков, жиров и углеводов должно составлять 1:1,3:5,1.

Белки. Белки в организме выполняют пластическую и энергетическую функции. Энергетическая стоимость белка составляет 4,1 ккал/г, при этом в организме они не имеют так называемого депо. Белки (протеины) составляют основу всех клеток человеческого организма, они необходимы для построения мышц, обновления клеток крови, выработки ферментов и гормонов и т.д. Дефицит белка приводит к ослаблению высшей нервной деятельности (снижению памяти, мышления, развитию невротических состояний); снижению устойчивости к инфекционным заболеваниям за счет снижения синтеза иммунных белков; снижению физической и умственной работоспособности и увеличению потребности в сне. Для возобновления всех клеток организму (особенно растущему) требуется постоянный приток белков. Ежедневная потребность организма в белках составляет от 0,8 до 1 г на 1 кг массы (или 90 – 95 г для взрослого), что обеспечивает восполнение 15% общей калорийности. При этом 55–60% суточной потребности должно обеспечиваться полноценными белками животного происхождения (молоко, молочные продукты, яйца, мясо, рыба), содержащими 10 незаменимых аминокислот, которые в случае недостаточного их поступления с пищей не могут быть синтезированы в организме. Кроме этого, необходим белок растительного происхождения –

фасоль, соя, орехи, злаковые (гречневая, овсяная, рисовая крупа). В овощах и фруктах содержится всего 1,2–1,5% белков.

Потребность человека в белках зависит от его возраста, вида деятельности и состояния организма. От количества и качества белков зависят рост и развитие растущего организма. Дети, отстающие в физическом развитии, перенесшие инфекционные заболевания, а также регулярно занимающиеся физическими упражнениями и спортом, должны получать полноценное белковое питание.

Жиры. Жиры в организме выполняют пластическую и энергетическую функции. Энергетическая стоимость жира составляет 9,3 ккал/г, они образуют депо в организме (подкожная и другая жировая ткань) и вызывают ощущение сытости, что позволяет уменьшить объем потребляемой пищи. За счет жиров (липидов) должно восполняться 30 % энергозатрат организма, но при их избыточном поступлении снижается усвояемость пищи, увеличиваются запасы в депо: подкожно-жировая клетчатка, сальник, околопочечная капсула, возрастает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Отложение жира в организме происходит и при обильном углеводном питании в результате перехода углеводов в жиры. Поступление жиров в организм в количествах ниже его потребности приводит к снижению усвояемости всех пищевых веществ и ограничивает всасывание жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К), играющих важную роль в процессах жизнедеятельности, их недостаток (авитаминоз) может вызвать серьезные нарушения в обмене веществ. Особенно неблагоприятным для пластических процессов является недостаточное поступление в организм незаменимых жирных кислот (линолевая, арахидоновая, олеиновая), содержащихся в растительных жирах. Растительный жир содержит не меньше калорий, чем животный, а содержание ненасыщенных жирных кислот в нем намного больше, что препятствует повышению содержания холестерина в крови и отложению его на стенках сосудов. Вместе с тем холестерин необходим организму, так как он участвует в образовании клеточных мембран и в синтезе ряда гормонов.

В зависимости от общей калорийности пищи суточная потребность взрослого человека в жирах составляет от 65 до 100 г жира, причем не менее 30 % должно быть жиров растительного происхождения. В связи с тем, что жиры обладают более высокой калорийностью, нежели белки и углеводы, наличие жира дает возможность регулировать объем пищи. При замене жиров углеводами объем пищи увеличивается, так как для сохранения калорийности пищи приходится брать углеводов в два с лишним раза больше, чем жиров. В условиях Севера жиры играют особо важную роль – они дают возможность повысить калорийность пищи, не увеличивая значительно ее объема.

Суточная потребность организма в жирах обеспечивает восполнение 35 % общей калорийности. Если считать, что около половины этого количества мы потребляем с мясом, колбасой, сыром, творогом, молоком, то недо-

стающие 40–50 г жира можно ввести в организм при приготовлении пищи и в виде масла с бутербродом.

Углеводы. Углеводы в организме выполняют энергетическую функцию. Энергетическая стоимость углеводов составляет 4,1 ккал/г, они депонируются в печени и мышцах в виде гликогена. За счет углеводов должно восполняться не менее 50 % суточных энерготрат организма. Перегрузка организма углеводами вызывает снижение сопротивляемости к инфекционным заболеваниям, обострение аллергических реакций, а у подростков еще и нарушение эндокринной функции и развитие ожирения. Суточная потребность организма в углеводах – 400–500 г.

Источниками углеводов в питании служат главным образом продукты растительного происхождения – хлеб, крупы, картофель, овощи, фрукты, ягоды. Из продуктов животного происхождения углеводы имеются в молоке (молочный сахар). Пищевые продукты включают в себя различные углеводы. Крупы, картофель содержат крахмал — сложный углевод, не растворимый в воде, но расщепляющийся под действием пищеварительных соков на более простые сахара. В фруктах, ягодах и некоторых овощах углеводы содержатся в виде различных более простых сахаров – фруктовый, свекловичный сахар (глюкоза) и др., они растворимы в воде, быстро всасываются в кровь и хорошо усваиваются. В организм простые сахара поступают преимущественно в составе фруктов и овощей. В суточном рационе питания овощи и фрукты должны составлять не менее 300 г, сахар и кондитерские изделия – не более 40 г, а крахмалсодержащие продукты (крупы, картофель) – не более 200 – 250 г, что удовлетворяет суточную потребность и способствует постепенной доставке сахара тканям.

Если углеводы поступают в организм с пищей в достаточном количестве, они откладываются в печени и мышцах в виде особого животного крахмала – гликогена, запасы которого затем постепенно расщепляются в организме до глюкозы и, поступая в кровь и другие ткани, используют для восполнения энергетических нужд организма. При избыточном же питании углеводы в организме переходят в жир. К углеводам обычно относят и клетчатку (оболочку растительных клеток), которая мало используется организмом человека, но необходима для правильных процессов пищеварения. Особенно важен контроль над потреблением чистого сахара. Его прием должен быть максимально снижен или заменен медом и другими заменителями сахара.

Пища должна содержать витамины, которые регулируют химические и физиологические процессы в организме. Более высокой пищевой ценностью обладают нерафинированные продукты, богатые витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами.

Витамины. Это химические вещества различной природы, но имеющие ряд общих черт: они не образуются в организме человека или образуются в недостаточных количествах, что делает их незаменимыми пищевыми веществами; это биологически активные вещества, регулирующие обмен веществ, рост, развитие организма и поддержание его здоровья; они не являют-

ся непосредственным источником энергии и не выполняют пластических функций, но выступают составными компонентами ферментных систем или действуют самостоятельно, играя роль катализаторов в обменных процессах; содержатся в продуктах животного и растительного происхождения и необходимы организму в очень малых количествах; потребность в них увеличивается при возрастании физических, умственных нагрузок, наличии острых или хронических заболеваний, беременности, кормлении, в условиях холодного климата, при повышенном потоотделении и т.д.

Все витамины делят на две группы: *водорастворимые:* С, Р, B_1, B_2, B_6, РР, B_{12}, фолиевая кислота, биотин, пантотеновая кислота, B_{15} (пангамоновая кислота) и др.; *жирорастворимые:* А, D, Е, К. Витаминная недостаточность (гиповитаминоз) возникает не только при дефиците витаминов в пище, но и при нарушениях их всасывания в кишечнике, при нарушении баланса между пищевыми веществами в рационе, при разрушении их в организме.

Ведя здоровый образ жизни, следует помнить, что нерациональное питание может приводить к возникновению *гиповитаминозов* – состояний, которые характеризуются общими симптомами: снижением умственной и физической работоспособности, падением мышечной силы, быстрой утомляемостью, вялостью, головными болями, ухудшением сна, аппетита, а также специфическими для каждого гиповитаминоза нарушениями состояния здоровья. Гиповитаминоз возникает не только при дефиците витаминов в пище, но и при нарушениях их всасывания в кишечнике, при нарушении баланса между пищевыми веществами в рационе, при разрушении их в организме.

При отсутствии того или иного витамина в рационе питания возникают более серьезные нарушения состояния здоровья – *авитаминозы.* Избыточное поступление в организм витаминов может приводить к *гипервитаминозу.* Наиболее легко возникает передозировка жирорастворимых витаминов А, D, Е, К, которые могут накапливаться в жировой ткани и печени. Избыток водорастворимых витаминов быстро выводится из организма, однако установлены нарушения, связанные с избытком витамина B_6 и РР.

Витамин С повышает иммунитет, укрепляет стенки кровеносных сосудов, улучшает функции печени, нервной и эндокринной систем, способствует усвоению белков, других витаминов, железа. Легко разрушается при нагревании, длительном хранении, воздействии солнечных лучей и кислорода. При варке теряется до 60 % витамина, а повторный нагрев продуктов полностью его разрушает. Максимальное количество (от 100 до 1000 мг в 100 г продукта) содержится в ягодах шиповника, черной смородины, укропе, капусте, цитрусовых. Суточная потребность – 70–100 мг. При гиповитаминозе С возникают рыхлость и кровоточивость десен, хрупкость костей и суставные боли. При авитаминозе – цинга.

Витамин Р (рутин) вместе с витамином С увеличивает прочность кровеносных сосудов, способствует накоплению в тканях витамина С, стимулирует тканевое дыхание. Богаты им черноплодная рябина, смородина, цитрусовые, капуста, яблоки, томаты, вишня, краснокачанная капуста. Суточная

потребность – 25–50 мг.

Витамин B_1 (тиамин) необходим для образования ацетилхолина (передатчика нервных импульсов), участвует в белковом, углеводном и жировом обмене веществ, улучшает работу нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Тиамином богаты (более 0,4 мг в 100 г продукта) крупы (гречневая, пшено), горох, фасоль, свинина, печень, хлеб из муки 2-го сорта, дрожжи. Разрушается в щелочной среде (при добавлении соды в тесто). Суточная потребность – 1,4–2,4 мг. При гиповитаминозе – нарушение функций ЦНС и коры головного мозга – утомляемость, отсутствие аппетита, снижение сопротивляемости к инфекциям. При авитаминозе – болезнь бери-бери (периферические невриты и сердечно-сосудистые расстройства).

Витамин B_2 (рибофлавин) входит в состав ферментов, улучшает остроту зрения, состояние нервной системы, кожи, слизистых оболочек, функции печени, кроветворение; 60 % витамина поступает с продуктами животного происхождения (печень говяжья, яйца, сыр, скумбрия, творог), 40 % – с растительными продуктами (гречневая крупа, зеленый горошек). Суточная потребность – 2–3 мг. При гиповитаминозе возникают трещины губ, языка углов рта, кожи, поражение глаз, светобоязнь.

Витамин PP (никотиновая кислота) – входит в состав важнейших ферментов организма, расширяет мелкие сосуды, участвует в процессах клеточного дыхания, влияет на кроветворение. Максимальное количество витамина содержится в мясных продуктах, много – в зерновых, но из них он плохо усваивается. Суточная потребность – 15–25 мг. При гиповитаминозе нарушается синтез гормонов, возникают болезни кожи, желудочно-кишечного тракта и нервной системы. При авитаминозе возникает заболевание пеллагра (поражение кожи, нервной системы и желудочно-кишечного тракта).

Витамин B_6 (перидоксин) необходим для усвоения организмом аминокислот, участвует в регуляции жирового, холестеринового обмена и образовании гемоглобина. Максимальное количество витамина B_6 (0,3 мг в 100 г продукта) содержится в мясе животных и птиц, в рыбе (палтус, скумбрия, сельдь), крупах, хлебе из муки 2-го сорта, картофеле, фасоли. Частично образуется микрофлорой кишечника. Суточная потребность – 1,5–3 мг. При гиповитаминозе – повышенная раздражительность, судороги, анемия.

Витамин B_{12} необходим для нормального кроветворения, усвоения организмом аминокислот, образования холина и нуклеиновых кислот, нормализации жирового обмена в печени. Максимальное количество содержится в печени, мясных продуктах, яйцах, рыбе (сельдь, скумбрия, сардины). Витамин B_{12} отсутствует – в растительных продуктах. Суточная потребность – 0,002–0,003 мг. При гиповитаминозе — анемия, нарушение координации движений, снижение чувствительности.

Витамин B_3 (пантотеновая кислота) участвует в синтезе жирных кислот, стероидных гормонов и других соединений. Содержится в зерновых, бобовых культурах, картофеле, печени, яйцах, рыбе. Суточная потребность –

10 мг. При гиповитаминозе – общая слабость, головокружение, нейромоторные нарушения, дерматиты, поражение слизистых оболочек.

Фолиевая кислота необходима для синтеза ферментов, стимулирует процессы кроветворения. Содержится в зеленых листьях овощей, мясе, печени, молоке, дрожжах. Суточная потребность – 400 мг.

Витамин Н (биотин) участвует в обмене веществ, переносит CO_2, содержится в молоке, яичном желтке, печени. Суточная потребность – 0,15–0,2 мг. Авитаминоз приводит к себорейному дерматиту.

Витамин А регулирует обменные процессы в коже, слизистых оболочках, повышает иммунитет, обеспечивает сумеречное зрение и улучшает функцию эндокринной системы. В организм поступает в виде витамина А (ретинола) с животной пищей и в виде провитамина А (каротина) с растительной пищей. Содержится в печени, сливочном масле, икре, молочных продуктах (0,5–3 мг в 100 г продукта). Каротин (2 мг в 100 г продукта) содержится в облепихе, моркови, перце, луке. Для всасывания витамина А в кишечнике необходимо наличие жиров и желчных кислот. Для улучшения всасывания морковь нужно измельчить и добавить растительное масло или сметану. Дефицит в рационе животных белков, жиров, витамина Е снижает усвоение витамина А. Суточная потребность – 0,9 мг витамина А, или 1,8 мг каротина. При гиповитаминозе отмечается ухудшение зрения в сумерках.

Витамин D регулирует обмен кальция и фосфора, способствуя их всасыванию из кишечника и отложению в костях. В организм с животными продуктами, такими как печень рыб, жирные рыбы (сельдь, скумбрия), икра, яйца, молочные жиры, поступает провитамин, из которого в коже под действием солнечных лучей образуется витамин D. Суточная потребность – 0,0025 мг. При гиповитаминозе возникает рахит.

Витамин Е влияет на функцию половых и других эндокринных желез, стимулирует деятельность мышц, способствует улучшению всасывания белков, жиров, углеводов, витаминов А и D. Максимальное количество – в растительных маслах. Витамин Е устойчив при кулинарной обработке. Разрушается под действием солнечных лучей. Суточная потребность – 12–15 мг. При гиповитаминозе – бесплодие, выкидыши.

Витамин К необходим для выработки в печени протромбина и других веществ, участвующих в свертывании крови. Суточная потребность – до 1 мг. Он образуется кишечной микрофлорой. Максимальное количество находится в капусте, тыкве, шпинате, щавеле, печени, картофеле, моркови, свекле, горохе, яйцах. Устойчив при кулинарной обработке. Для его всасывания в кишечнике необходимы жиры и желчные кислоты.

Минеральные вещества. Минеральные вещества участвуют в построении клеток тканей, синтезе соков, ферментов, регуляции кислотно-щелочного равновесия, осмотического давления. Для минерального обмена большое значение имеет состав воды и почвы. Минеральные вещества входят в состав или активируют действие ферментов, гормонов, витаминов и тем самым участвуют во всех видах обмена веществ, влияют на иммунитет, кро-

ветворение, свертывание крови. Суточная потребность в микроэлементах зависит от возраста, вида деятельности, условий окружающей среды, состояния организма, сбалансированности белков, жиров, углеводов в рационе питания (таблица 5.2). Минеральные вещества – незаменимая составная часть пищи, а их длительный недостаток или избыток в питании ведет к нарушениям обмена веществ и заболеваниям. Только разнообразная пища обеспечивает поступление в организм человека всех необходимых минеральных веществ.

Таблица 5.2 – Физиологическая потребность в некоторых веществах

Питательные вещества	Потребность в зависимости от возраста, лет		
	11–13	14–17	18 и старше
Органические, г/сут			
белки	95	105	90–95
из них животные	60	65	50–60
жиры	95	105	65–100
из них растительные	20	25	20–30
углеводы	380	420	400–500
Энергия, ккал/сут	2850	3000	2000–4800
Минеральные вещества			
кальций	1500	1400	800–1000
фосфор	2500	2000	1000–1500
магний	400	500	350–500
железо	15	15	10–20

Минеральные вещества в зависимости от их содержания в организме подразделяют: на *макроэлементы,* к которым относят кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор и серу, и *микроэлементы,* содержащиеся в организме в очень малых количествах (до тысячных долей миллиграммов). Признаны необходимыми для жизнедеятельности организма 14 микроэлементов: железо, медь, марганец, цинк, кобальт, йод, фтор, хром, молибден, ванадий, никель, стронций, кремний, селен.

Железо незаменимо в процессах кроветворения и внутриклеточного обмена. Примерно 55 % железа входит в состав гемоглобина эритроцитов. Особенно богаты железом сушеные белые грибы, печень и почки, персики, абрикосы, рожь, зелень петрушки, картофель, репчатый лук, тыква, свекла, яблоки, айва, груши, фасоль, чечевица, горох, толокно, куриное яйцо, шпинат. Лучше всего всасывается железо, входящее в состав гемоглобина крови, миоглобина мышц мясной и рыбной пищи. При недостатке поступления железа в организм (несбалансированная и обедненная железом пища и нарушение всасывания железа при различных заболеваниях) развивается малокровие, или железодефицитная анемия, – состояние, при котором снижено содержание гемоглобина в крови при одновременном, как правило, уменьшении числа эритроцитов.

Железодефицитная анемия распространена среди детей до года, беременных женщин, вегетарианцев, лиц пожилого и старческого возраста, а также имеющих кровотечения различных локализаций и злоупотребляющих алкоголем. Недостаточное обеспечение тканей кислородом вследствие дефицита гемоглобина проявляется в быстрой утомляемости при физической работе, ослаблении способности концентрироваться, головокружениях, головной боли, одышке, сердцебиениях. При развившемся дефиците устранить недостаток железа только с помощью питания невозможно, поэтому необходим прием лекарственных препаратов, в которых железо должно находиться в двухвалентной форме (иначе оно не всасывается из кишечника).

Профилактика железодефицитной анемии включает: полноценное питание; регулярное обследование с целью выявления дефицита железа, прием препаратов железа пациентами, входящими в группу риска (женщины в период беременности и кормления грудью, вегетарианцы, люди, страдающие алкоголизмом, а также лица пожилого и старческого возраста).

Магний – незаменимый участник ферментативных процессов, обеспечивающих синтез белков и обмен углеводов. Магний обладает сосудорасширяющим и мочегонным действием, способствует поддержанию тонуса стенок кровеносных сосудов и усиливает процессы торможения в коре головного мозга. Больше всего магния содержат продукты растительного происхождения, особенно пшеничные отруби, соевая мука, миндаль, грецкие орехи, горох, пшеница, многие крупы, абрикосы, белокочанная капуста.

Калий – обязательный участник многих обменных процессов, в которых он тесно взаимодействует с натрием и хлором. Калий имеет большое значение в поддержании автоматизма сердечной мышцы, участвует в выведении жидкости из организма. Больше всего калия в сушеных абрикосах, инжире, апельсинах, мандаринах, картофеле, персиках, репе, шиповнике, черной и красной смородине, бруснике, землянике, арбузах, дыне, сое, алыче, свежих огурцах, брюссельской капусте, грецких и лесных орехах, зелени петрушки.

Натрий участвует в образовании желудочного сока, регулирует выделительную функцию почек, активирует ферменты слюнных и поджелудочной желез, обеспечивает щелочные резервы плазмы крови. Основным поставщиком является поваренная соль в количестве 10–15 г в сутки, что обеспечивает потребность взрослого человека, находящегося в оптимальных условиях труда и быта, в натрии (4–6 г). При обильном потоотделении пищевой рацион должен быть более соленым, малосоленая пища рекомендуется при ревматизме, ожирении, сахарном диабете, аллергических состояниях, заболеваниях сердечно-сосудистой системы, почек, поджелудочной железы, печени и других заболеваниях.

Кальций непосредственно участвует в самых сложных процессах, таких как свертываемость крови, поддержание равновесия процессов возбуждения и торможения коры головного мозга, расщепление резервного сахара организма – гликогена, поддержание константы кислотно-щелочного равновесия

и др. Потребность в кальции возрастает при беременности, кормлении грудью, лечении переломов костей. Высоким содержанием кальция отличаются свежее и сквашенное молоко, творог, сыры, фасоль, соя, хрен, зелень петрушки, репчатый лук, толокно, урюк и курага, яблоки, сушеные персики, груши, сладкий миндаль, яичный желток. Всасывание кальция затрудняется фитиновой кислотой, содержащейся в ржаном хлебе, щавелевой кислотой, содержащейся в щавеле, черном чае и какао, а также в сочетании с пищей, богатой жирами.

Фосфор сосредоточен преимущественно (до 80 %) в костной ткани, и его обмен тесно связан с обменом кальция и магния. Наиболее богаты фосфором молоко, творог, сыры, белые сушеные грибы, яичный желток, грецкие орехи, многие крупы (особенно рис), соевая мука, пшеничный хлеб, зеленый горошек, урюк и курага, изюм, говядина и говяжья печень, мясо кролика, почки.

Сера в организме человека – непременная составная часть клеток, тканей, органов, ферментов, гормонов и серосодержащих аминокислот. Много серы содержится в нервной, соединительной и костной ткани. Суточная потребность взрослого человека – 4–5 г, она обеспечивается разнообразным питанием, включающим мясо, куриное яйцо, овсяную и гречневую крупы, хлебобулочные изделия, молоко, сыры, бобовые и капусту.

Йод входит в состав гормонов щитовидной железы, которые необходимы для того, чтобы человек рос, нормально развивался физически и умственно, был энергичным и работоспособным. Недостаток йода в продуктах питания приводит к снижению выработки гормонов щитовидной железы и при длительном недостатке йода в пище развивается зобная болезнь, что чаще всего связано с дефицитом йода в продуктах растительного и животного происхождения, произведенных в так называемых йододефицитных регионах, к которым относится и Россия.

Довольно много йода содержат морская капуста, кальмары, креветки, морская рыба, он имеется в хлебобулочных изделиях, некоторых овощах, молоке и молочных продуктах. Суточная потребность в йоде зависит от возраста и физиологического состояния организма. Наиболее острую потребность в йоде испытывают дети и подростки, беременные и кормящие женщины.

Йодный дефицит у детей значительно повышает вероятность возникновения нарушений при формировании центральной нервной системы, что может привести к снижению уровня интеллектуального развития. Йодирование соли – универсальный метод йодной профилактики. При невозможности использования йодированной соли принимают точно дозированные препараты калия йодида, содержащие физиологические дозы йода.

Марганец активно влияет на обмен белков, углеводов и жиров, усиливает действие инсулина и поддерживает биологическую константу содержания холестерина в крови. Сравнительно богаты марганцем крупы, фасоль, горох, говяжья печень, хлеб.

Кобальт важен в организме в связи с тем, что недостаток его потребления ведет к некоторым нарушениям функций центральной нервной системы, малокровию, снижению аппетита. Кобальт способен угнетать дыхание клеток злокачественных опухолей и тем самым подавлять их размножение, усиливать противомикробные свойства пенициллина. Более всего кобальта содержат говядина, виноград, редис, салат, шпинат, свежий огурец, черная смородина, клюква, репчатый лук, говяжья печень.

Медь необходима для регулирования процессов снабжения клеток кислородом, для образования гемоглобина и «созревания» эритроцитов, а также для утилизации организмом белков, углеводов и повышения активности инсулина. Медь содержится в горохе, мясе, рыбе, овощах, хлебобулочных изделиях.

Никель в сочетании с кобальтом, железом и медью участвует в процессах кроветворения, принимает участие в обмене белков, обеспечении клеток кислородом и т.д. Содержится в мясе, овощах, рыбе, молоке, фруктах, ягодах.

Цинк входит в состав ряда важнейших ферментов, обеспечивающих нормальное течение окислительно-восстановительных процессов и тканевого дыхания. При длительном недостатке цинка в пище снижаются функции гипофиза и половых желез. Более всего цинка – в мясе гусей, фасоли, горохе, кукурузе, говядине, свинине, курице, рыбе, говяжьей печени, а также в молоке, яблоках, грушах, сливах, вишне, картофеле, капусте, свекле и моркови.

Вода. Вода – обязательное условие существования организма, находится в нем в виде солевых растворов и поддерживает многие биологические константы (осмотическое давление, кислотно-щелочное равновесие и др.), депонируется в печени. Тело содержит 70–80% воды. Потеря организмом более 10% воды угрожает его жизнедеятельности. Суточная потребность в воде в среднем составляет 2,0–2,5 л и изменяется в зависимости от температуры воздуха, интенсивности труда, характера пищи, состояния здоровья. При избыточном употреблении воды создается повышенная нагрузка на почки и сердце, из организма выводятся минеральные вещества и витамины. При ограничении воды увеличивается концентрация мочи, в ней могут появиться осадки солей, уменьшается выделение из крови продуктов обмена. Питье во время еды замедляет пищеварение. При жажде воду и напитки желательно пить до еды. Холодная вода натощак усиливает двигательную функцию кишечника, а выпитая после приема жирной пищи способствует задержке ее в желудке.

Пищевые волокна. Пищевые волокна – неусвояемые углеводы (клетчатка, целлюлоза) выполняют роль сорбентов, выводя из организма желчные пигменты, избыточные холестерин, воду, а также нормализуют моторику желудочно-кишечного тракта.

По своему воздействию на организм пищевые волокна отличаются друг от друга, поэтому в рационе питания должны быть зерновые продукты, овощи и фрукты. Продукты животного происхождения не содержат пищевых волокон (балластных веществ). Диета с высоким содержанием некоторых ви-

дов пищевых волокон может предотвращать развитие полипов, липидных заболеваний и даже рака прямой кишки, способствовать снижению веса. Рекомендуемая норма потребления пищевых волокон составляет около 30 г в день.

Основные условия рационального питания.

Пища должна быть *доброкачественной,* приготовленной из экологически чистых продуктов, переработанных с соблюдением санитарно-гигиенических требований к сельскохозяйственным и промышленным технологиям. Опасность для человека могут представлять нитраты, радионуклиды, лекарственные средства, тяжелые металлы, пищевые добавки, консерванты, которые при попадании в организм могут оказывать на него токсическое действие и вызывать аллергические реакции.

Необходимо правильно распределять суточную калорийность пищевого рациона. Важнейшим физиологическим принципом рационального питания является *режим питания,* позволяющий связать частоту и периодичность приема пищи с физиологическими закономерностями деятельности желудочно-кишечного тракта и суточными ритмами труда и отдыха. Наиболее рациональным является четырехразовый прием пищи с интервалом между приемами 4–5 часов, при котором равномерная функциональная нагрузка на пищеварительный аппарат способствует созданию оптимальных условий для полной обработки пищи. Вечерний прием легко усваиваемой пищи должен быть не позднее чем за 3 часа до отхода ко сну. Общую калорийность суточного пищевого рациона целесообразно распределять следующим образом: завтрак – 25 %, второй завтрак – 15, обед – 35, ужин – 25%. При трехразовом питании рекомендуется на завтрак 30 % суточного рациона, на обед – 45, на ужин – 25 %. Пища должна поступать в организм небольшими порциями, что обеспечивает лучшую ее обработку пищеварительными соками. Режим рационального питания наряду с соблюдением дисциплины точного времени требует и другого критерия – острого ощущения голода. Необходимо научиться сдерживать свой аппетит, дать ему набрать силу, чтобы пищеварительные соки были в достаточном количестве и активном состоянии.

Рацион питания должен быть *разнообразным* и состоять из продуктов животного и растительного происхождения. Однообразная пища снижает аппетит, вызывает отвращение к еде и может привести к истощению организма. Рацион детского питания должен состоять из легкоусвояемой пищи (молочно-растительного происхождения). Усвояемость животной пищи 90 %, растительной – 80 %. Животные белки в рационе питания должны составлять $^{2}/_{3}$, а жиры – $^{1}/_{3}$ от общего количества белков и жиров.

Важно учитывать *индивидуальные особенности организма:* функциональное состояние организма в целом и системы пищеварения в частности, возрастные особенности органов пищеварения и т.д.

Для восстановления здоровья после заболеваний разработаны особые режимы и рационы – диеты лечебно-профилактического питания. В рационе питания беременных и кормящих женщин содержание белка должно быть

увеличено до 2 г на 1 кг массы тела в сутки. Количество белка в рационе детского питания должно составлять 1,2–1,5 г/кг в сутки. Больше белка должно быть в рационе питания лиц, занятых тяжелым физическим трудом (у них потери белка больше), а также у людей, перенесших тяжелые инфекционные заболевания, обширные ожоги (1,5–2,0 г/кг в сутки).

В наше время стали популярными различные диеты, имеющие профилактическое значение для людей с определенными нарушениями обмена веществ. Они рассчитаны на предотвращение болезней внутренних органов, накопления излишней массы и т.д. К числу таких диет относятся вегетарианство, низкокалорийные диеты, голодание, соевые диеты, биологически активные добавки, сыроядение, раздельное питание и др., которые могут оказывать оздоровительный эффект при некоторых заболеваниях. Вместе с тем чрезмерное увлечение всевозможными диетами чревато для нашего организма серьезными нарушениями.

5.2 Характеристики основных пищевых продуктов

Пищевые продукты, богатые белком. Как известно, белок пищи выполняет в организме главным образом пластическую роль, т. е. идет на построение клеток и тканей организма. Отчасти белок является источником энергии (1 г белка выделяет 4,1 ккал), стимулирует обмен веществ, обладая так называемым специфическим динамическим воздействием на организм. Источником белков являются продукты как животного, так и растительного происхождения.

Наиболее полноценными считаются животные белки, содержатся они в мясных, рыбных, молочных продуктах. По своей природе животные белки ближе к белкам тела человека, чем растительные, они лучше и быстрее усваиваются организмом. Молоко, яйца, баранина, сельдь, севрюга, крабы, треска и т.д. богаты незаменимыми аминокислотами, находящимися в удачной сбалансированности не только между собой, но и с рядом минеральных солей и жирных кислот.

Растительные белки из-за неудачной сбалансированности или отсутствия в них некоторых незаменимых аминокислот в биологическом отношении менее полноценны. Они хуже усваиваются организмом, и для удовлетворения потребности в белке человеку надо съесть растительных продуктов гораздо больше, чем животных, так как в целом растительные продукты беднее белками.

Но значит ли это, что растительные продукты должны быть исключены из питания человека как источник белков? Отнюдь нет. Например, ряд растительных белков (белки картофеля, хлеба, сои, риса, грецких орехов, капусты) по сбалансированности своих аминокислот близки к животным. Кроме того, растительные продукты являются почти единственными источниками многих витаминов, минеральных веществ, органических кислот и других пищевых компонентов, важных для обменных процессов организма. В пищевом раци-

оне не менее $^1/_3$ суточного количества белков должны составлять белки животного и $^2/_3$ – растительного происхождения. Средняя суточная потребность взрослого человека в основных незаменимых аминокислотах следующая: триптофан – 1 г, лейцин – 4–6 г, изолейцин – 3–6 г, валин – 4 г, треонин – 2–3 г, метионин – 2–4 г, фенилаланин – 2–4 г.

Суточная потребность в белке взрослого человека может быть покрыта, например, употреблением следующих продуктов: 75 г мяса, 250 г молока или его продуктов, 20 г сыра, одного яйца, 200 г хлеба, 300 г овощей, 150 г фруктов или ягод.

Следует помнить, что недостаточное потребление белков, как и избыточное, – вредно для организма: в первом случае задерживается рост и развитие организма, во втором – организм перегружается «шлаками»» (продуктами расщепления белков), в кишечнике усиливаются гнилостные процессы, что нередко может привести к нарушениям нормальной деятельности некоторых органов (печени, почек и др.).

Пищевые продукты, богатые жиром. Различные виды пищевых жиров имеют неодинаковое значение для организма человека, этим и обусловливаются определенные требования к их использованию в рациональном питании. Биологическая роль жиров – весьма важная, но еще недостаточно изученная проблема. В настоящее время можно с уверенностью сказать, что первоначальное распределение жиров на полноценные (животные) и неполноценные (растительные) было недостаточно обоснованным. Дело в том, что ни один из используемых в питании человеку жиров не является в полной мере биологически неполноценным. Например, животные жиры содержат витамины A, D, но практически в них отсутствует витамин F, в растительных жирах, напротив, есть витамин F, но нет витаминов A и D. Жиры с температурой плавления ниже 37° С (молочный жир, растительные масла, свиной смалец, жир птиц) усваиваются организмом на 97–98%, а с температурой плавления выше 37° С (жир рогатого скота) усваиваются хуже (около 90%), имеют неприятный салистый привкус. Полноценным питание может быть лишь тогда, когда используются в рациональном сочетании и животные жиры, и растительные.

Жиры являются важным источником энергии для организма (1 г жира дает 9,3 ккал тепла), растворителем ряда витаминов (A, D, E, K, «поставщиком» некоторых биологически активных веществ (лецитина, полиненасыщенных жирных кислот, стеринов, фосфатидов и токоферолов). Кулинарная обработка продуктов с применением жира значительно улучшает их вкусовые и питательные свойства.

Около 80% жиров здоровый человек должен воспринимать за счет трех основных групп пищевых продуктов: молочных, мясо-рыбных и собственно жиров. Физико-химические и биологические свойства последних обусловлены преобладанием тех или иных жирных кислот в молекулах.

Жиры животного происхождения состоят преимущественно из насыщенных тугоплавких жирных кислот растительного происхождения – из по-

линенасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты по своим свойствам могут быть отнесены к жизненно необходимым веществам, в связи с чем некоторые исследователи рассматривают их как витамины.

Полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линолеиновая и арахидоновая) способствуют нормализации нарушений липохолестеринового обмена, нередко сопутствующих пожилому и старческому возрасту. В качестве источников этих кислот можно рекомендовать растительные масла (подсолнечное, кукурузное, конопляное, соевое, арахисовое и др.) – введение 15–20 г их в ежедневный рацион полностью удовлетворяет суточную потребность человека в витамине F, тогда как сливочного масла для этой цели понадобилось бы 453 г.

С другой стороны, сливочное масло обладает хорошими вкусовыми свойствами, хорошей усвояемостью, и полностью отказываться от него не следует, целесообразно ограничив его прием взрослым человеком в сутки до 10–15 г.

При составлении рациона питания следует учитывать жиры, естественно содержащиеся в мясе, рыбе, хлебе, крупах, сметане, твороге и т. д.

Систематическое избыточное потребление жиров в сочетании с малоподвижным образом жизни приводит к нарушениям жирового обмена в организме и предрасполагает к развитию атеросклеротического процесса. Поэтому соблюдение требований рационального питания в отношении жирового компонента пищи мы рассматриваем как лечебно-профилактическое мероприятие в борьбе с развитием атеросклероза.

Суточная потребность взрослого человека в жирах может быть удовлетворена, например, за счет следующих продуктов: 100 г нежирного мяса, 25 г колбасы, 200 г ржаного хлеба, 350 г овощей, 350 г молочных продуктов, 15 г растительного масла, одного яйца, 50 г нежирного сыра, 10 г сливочного масла.

Пищевые продукты, богатые углеводами. Углеводы — основная составная часть пищевого рациона, дающая около 60% суточной нормы калорий. Роль углеводов чрезвычайно важна: они являются источником энергии в процессах всех видов двигательной активности.

Хлеб, овощи, картофель богаты растительной клетчаткой (до 15% общего веса). Ранее роль клетчатки в организме оценивалась только с точки зрения стимулирующего влияния ее на моторную деятельность кишечника. В последнее время выяснено, что она способствует выведению холестерина из организма, и это в известной мере позволяет отнести ее к веществам, обладающим лечебно-профилактическим эффектом при атеросклерозе. Клетчатка нужна и для нормализации микрофлоры кишечника. В овощах клетчатка находится в комплексе с пектиновыми веществами, образуя комплекс пектин – клетчатка. Последний является наиболее активным стимулятором секреторно-моторной функции кишечника, а также синтезирующей способности его микрофлоры. Из основных источников пектиновых веществ среди ово-

щей следует назвать свёклу (4,8–7,2%), морковь (2,4–4,8%), редис (10,3–22,8%).

По богатству и разнообразию витаминов и минеральных веществ овощи и фрукты занимают первое место среди других продуктов питания. В них содержится большинство необходимых для организма человека минеральных элементов и все водорастворимые витамины, в частности витамин С, который в животных продуктах присутствует в незначительных количествах и быстро разрушается. Наиболее богаты витамином С черная смородина, земляника, лимоны, белокочанная капуста, красный и зеленый перец, зеленый лук, шпинат. Следует знать, что содержание витамина С в кожуре некоторых плодов (яблок, лимонов, груш) в 3–5 раз больше, чем в мякоти. Перечисленные овощи и фрукты являются также основными источниками витаминов группы В. Наибольшее количество витамина В человек получает, потребляя шпинат, яблоки, бобовые. За счет овощей, фруктов значительно удовлетворяется потребность организма в витаминах B_2, РР, К: витамин К есть в помидорах, цветной капусте, витамин B_2 – в моркови, абрикосах, яблоках, горохе, фасоли; витамин РР – в капусте, репе, дыне.

При длительном употреблении пищи, содержащей витамины в недостаточном количестве, у человека развиваются гиповитаминозные состояния с характерными клиническими проявлениями, специфичными для каждого из витаминов.

Коротко остановимся на роли в питании овощей, фруктов и ягод как носителей минеральных веществ.

Несмотря на то, что продуктом, наиболее богатым кальцием, считается молоко, с овощами его поступает в организм несравненно больше, причем в репчатом луке, капусте, свекле, баклажанах, а также в изюме, персиках кальций находится в сбалансированном соотношении с фосфором.

Железо в довольно больших количествах имеется в зелени петрушки, капусте, салате, картофеле, маслинах; магний – в урюке, финиках, щавеле. Медью богаты яблоки, груши, вишни, брюква, зеленый горошек, баклажаны, а марганцем – бобовые, овощи, салат, свекла, сливы.

Среди овощей и фруктов обнаружены фитонцидоносители. Фитонцидные свойства установлены у лимонов, яблок, (антоновка), клюквы, лука, чеснока, перца, редьки и др. Употребление овощей, фруктов способствует, таким образом, санации, т.е. оздоровлению полости рта и желудочно-кишечного тракта.

Ценность овощей, фруктов и ягод как пищевых продуктов выражается и в том, что они способны возбуждать аппетит и секреторную деятельность большинства пищеварительных желез. Этой особенностью ряда овощей (редис, редька, петрушка, лук) оправдывается их употребление перед едой в виде закуски. Клетчатка овощей и фруктов оказывает выраженное стимулирующее влияние на секреторно-моторную деятельность кишечного тракта.

Все сказанное свидетельствует о большой роли овощей, фруктов и ягод

в обеспечении организма человека витаминами, минеральными и вкусовыми веществами, а также в самом процессе пищеварения.

Молоко и молочные продукты в питании человека. Молоко с давних пор широко используется человеком; оно вносит разнообразие в питание, улучшает вкус пищевых продуктов, повышает их питательную ценность. Академик И.П. Павлов назвал молоко «исключительной пищей», приготовленной самой природой; по содержанию основных пищевых веществ оно с успехом конкурирует со многими другими продуктами. Так, в молоке содержится около 100 различных веществ, в их числе 20 аминокислот, 18 жирных кислот, 25 минеральных солей, 12 витаминов, 10 ферментов, 4 вида молочного сахара, гормоны и т.д.

Научно обоснованными нормами питания населения нашей страны предусмотрено, что удельный вес молочных продуктов в суточном наборе продуктов питания взрослого человека должен составлять 30–35% (500 мл свежего молока или кефира, 25–35 г творога или творожных изделий, 20 г сметаны, 15 г сливочного масла, 10 г сливок, 16 г сыра).

Особое значение придается молоку и продуктам его переработки в питании людей умственного труда, спортсменов, беременных женщин, больных. В раннем детстве, как известно, молоко является единственной и настолько полноценной пищей, что она заменяет все иные продукты. Столь благотворное действие молока на организм обусловлено его химическим составом: в нем нет ничего лишнего, любая составная часть молока необходима организму. Состоит молоко из белков – 3,5%, жиров – 4%, углеводов – 5%, витаминов и минеральных элементов – 0,7%, остальное – вода.

Жир в молоке находится в виде микроскопического размера шариков; в капле молока их насчитывается свыше 100 миллионов. В состав жира входит до 20 различных жирных кислот, обусловливающих его консистенцию, пищевую и биологическую ценность, вкусовые свойства. Молочный жир усваивается почти полностью, в противоположность, например, бараньему, свиному. Вкусовые свойства молока в значительной мере определяются характером летучих жирных кислот, содержащихся в жире. Молочный жир является источником витаминов А, D, Е, К.

Некоторые продукты переработки молока содержат много белка – так называемого казеина наряду с имеющимся альбумином и глобулином.
В свежем молоке белки растворены вместе с солями кальция и фосфора. Белок молока хорошо всасывается и усваивается организмом. Показательно, что в 1 л молока белка имеется столько же, сколько в 8 штуках яиц. В твороге белка больше, чем, например, в мясе, рыбе, хотя именно эти продукты обычно считаются основными источниками белка. В белок молока входят все известные незаменимые аминокислоты.

Хотя углеводы содержатся преимущественно в продуктах растительного происхождения, они обнаруживаются и в молоке в виде молочного сахара. Молочный сахар особенно полезен организму – его способность распадаться

в кишечнике человека на молочную кислоту, спирт, эфиры, летучие кислоты с успехом используется в лечебной медицине: был создан целый ряд молочнокислых пищевых продуктов, дающих чрезвычайно благоприятный для организма биологическим эффект.

Минеральные соли молока служат для восстановления форменных элементов крови, лимфы, желудочного и кишечного сока, слюны и т.д. Без их участия невозможна была бы деятельность желез внутренней секреции.
В молоке в достаточных количествах содержатся витамины А, D, Е, К, С, РР, в малых же количествах в нем есть практически все известные витамины.

5.3 Диета и здоровье человека

Вегетарианство. Исключение или значительное ограничение потребления продуктов животного происхождения – это не только система питания, но и философское учение, которое имеет нравственную и этическую основу. Утверждение о нравственности вегетарианства базируется прежде всего на экономике. Необходимость ограниченного потребления мяса из-за его острой нехватки превратилась в обычай, закрепленный религией.

Мясо – высококалорийный продукт, основной источник ценного белка, содержащего полный набор аминокислот, витаминов, микроэлементов. Мясная пища быстрее утоляет голод, лучше усваивается организмом, дает длительное чувство насыщения, увеличивает физические силы организма. Бесспорно, вегетарианцы преувеличивают вред от употребления мясной пищи, однако несбалансированное питание с преобладанием в рационе мяса может способствовать развитию атеросклероза, гипертонии, ишемической болезни сердца, а также повышает нагрузку на печень, раздражает почки, создает предпосылки для ожирения.

Низкокалорийные диеты. Диеты, калорийность которых до 1000–1500 ккал/сут, даже не возмещают энергии, затраченной организмом, находящемся в неподвижном состоянии, на сокращение сердца, перистальтику кишечника.

Недоедание возникает не только из-за отсутствия пищи, но и под влиянием пропаганды «голодных» диет. У многих людей даже развивается болезненный страх «стать толстым». В этих случаях избегают калорийной пищи, искусственно вызывают рвоту, применяют сразу после еды слабительные и мочегонные средства. Подобные мероприятия не только не снижают массу тела, но и могут привести к авитаминозам и иным нарушениям в организме. Масса тела и жировые отложения (до определенного уровня) обусловливают гормональный статус женского организма. У женщин с массой тела ниже 43 кг угнетена функция половых гормонов и, соответственно, снижено либидо.

Резкое снижение потребления углеводов также влечет за собой изменения гормонального фона, в частности нарушения менструального цикла. Злоупотребление слабительными и мочегонными препаратами вызывает изме-

нения в водно-солевом обмене, признаками которого являются бледность, потливость, тремор (дрожание) пальцев рук, напряженность мышц и даже судорожные припадки, напоминающие эпилептические. Иными словами, слепо следовать моде и стремиться к «идеальной» фигуре женщинам в детородном периоде вряд ли целесообразно. Самое правильное – соблюдать меру во всем: не голодать и не переедать, ориентируясь на самочувствие и показатели массы тела.

Голодание. Некоторые люди могут с большей или меньшей легкостью какое-то время выдержать голодание. Вместе с тем во время многодневного голодания обмен веществ не только не нормализуется, но и нарушается. Особенно страдает белковый обмен, так как запасами белка наш организм не обладает. А поскольку белок – это строительный материал для всех клеток и тканей организма, то нарушается процесс воспроизводства новых клеток взамен старых. В наибольшей степени страдает от недостатка белка сердечная мышца. Спустя несколько дней после начала голодания нарушается ферментативная функция, особенно функция пищеварительных ферментов (ферменты имеют белковую природу), в организме накапливается гистамин, с которым связано возникновение аллергических реакций, кровь насыщается жиром, который выходит из жировых «депо», что может привести к повреждению печени. Кроме того, в организме накапливаются продукты обмена – шлаки, нарушающие химическую чистоту внутренней среды организма.

Таким образом, длительное голодание приводит к развитию патологического состояния, в том числе и потому, что при голодании организм лишается одного из важнейших потоков информации, связанного с поступлением пищи. В силу этого голодание вряд ли целесообразно широко использовать для лечения заболеваний и тем более для снижения массы тела. Длительное голодание – это тяжелейший стресс для всего организма. Лечебное голодание носит весьма ограниченный характер и возможно в течение не более 2–3 недель и только в условиях лечебного учреждения.

Соевые диеты. В современном мире основу здорового и полноценного питания могут составлять соевые продукты. Питательные и лечебные свойства сои известны в Восточной Азии более 5000 лет. На Руси 150–200 лет тому назад соевые бобы составляли основу рациона питания. В настоящее время в азиатских странах соевые бобы и продукты из них – один из основных видов питания и главный источник растительных белков.

Соя – богатый источник микроэлементов и витаминов, особенно много в ней кальция, железа, фосфора, витаминов А, С, D, Е и группы В. Благодаря идеальному соотношению полиненасыщенных жирных кислот при отсутствии холестерина и клейковины, оптимальному соотношению жирных кислот и высокоценного растительного белка соя широко используется в лечебно-профилактических целях при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, при аллергии, ожирении, сахарном диабете и заболеваниях опорно-двигательного аппарата.

Необходимо подчеркнуть, что любые продукты, содержащие перераба-

танное соевое зерно, не наносят вред человеку, не требуют специальных условий хранения, легки в приготовлении.

Биологически активные добавки (БАД). В недалеком прошлом, когда человек употреблял в пищу свежие качественные продукты, которые не подвергались дополнительной обработке (стерилизации, рафинированию, консервированию и т.д.), а в его жизни отсутствовали ежедневные стрессовые ситуации и загрязнение окружающей среды – все это позволило достичь оптимального взаимодействия с внешней средой, поддерживая постоянство внутренней среды организма. Однако современный человек, значительно облегчив свою жизнь в плане добывания пищи, как правило, сталкивается с дефицитом питательных веществ, жизненно необходимых витаминов, макро- и микроэлементов.

Приспособление человека к современной экологии, особенно в условиях мегаполисов, возможно, если воспользоваться достижениями современной биологии, которая на основе опыта народной медицины разных стран разработала и помогает человеку обеспечить сбалансированное питание, используя БАДы.

Естественные компоненты БАДов известны давно, однако только в последние годы были освоены технологии, которые позволили изготовлять удобные для приема таблетированные формы БАДов без снижения их лечебных биологических свойств. Многие БАДы содержат вещества адаптогенного и тонизирующего действия, которые стимулируют защитные силы организма, повышают общую устойчивость и жизненный тонус, физическую и умственную работоспособность, снижают отрицательные воздействия окружающей среды и стрессы. Такие свойства имеют вытяжки из растений (например, из лимонника, женьшеня, элеутерококка, левзеи), органов животных (например, панты марала), эликсиры и бальзамы из лекарственных трав, цветочная пыльца, прополис (пчелиный клей), маточное молочко (продукт пчеловодства), мумиё. Перечисленные компоненты содержатся в комплексе с витаминами, минералами, клетчаткой и другими веществами. Большую роль в позитивном действии пищевых добавок играют пищевые волокна: целлюлоза, пектины, легнин и др. Они не усваиваются организмом, однако не только придают ощущение сытости, но и способствуют снижению уровня холестерина и стабилизации уровня глюкозы в крови, нормализуют работу желудочно-кишечного тракта, адсорбируют соли тяжелых металлов.

Широко представлены в составе многих БАДов морские водоросли (спирулина, ламинария, хлорелла и др.), являющиеся мощным источником растительного белка, богатые витаминами, аминокислотами, микроэлементами, ненасыщенными жирными кислотами. Они ускоряют вывод радионуклидов, солей тяжелых металлов, токсических веществ из организма, задерживают старение, стимулируют иммунитет. Их применяют для профилактики сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, астмы и аллергии, для устранения воспалительных процессов в желудочно-кишечном тракте.

Так, водоросль спирулина платенсис признана ВОЗ «чемпионом» растительного мира по совокупности биологически активных веществ (таблица 5.3), а также легкоусвояемого белка.

Таблица 5.3 – Содержание биологически активных веществ в водоросли спирулина платенсис

Витамин	Количество	Микроэлемент	Количество
Бета-каротин	4,5 мг/г	Кальций	До 4,0 мг/г
Тиамин (B_1)	34,0 мкг/г	Магний	До 4,8 мг/г
Рибофлавин (B_2)	33,0 мкг/г	Железо	1,06 мг/г
Ниацин (B_3)	207,0 мкг/г	Фосфор	10,4 мг/г
Цианокабаламин (B_{12})	2,2 мкг/г	Калий	15,2 мг/г
Токоферол (Е)	34,0 мг/г	Натрий	7,3 мг/г
Инозитол	680,0 мкг/г	Цинк	12,0 мкг/г
Биотин	0,323 мкг/г	Марганец	26,0 мкг/г
Тиамин (U)	5,5 мкг/г	Бор	10,0 мкг/г
Фолиевая кислота	0,3 мкг/г	Медь	1,0 мкг/г
Аскорбиновая кислота (С)	150,0 мкг/г	Молибден	1,0 мкг/г
Пантотеновая кислота (B_5)	4,0 мкг/г	Йод	До 3,0 мкг/г

Биодобавки серии СПЛАТ могут использоваться как самостоятельные лечебно-профилактические средства и в качестве поддержки основного лечения. Эти БАДы практически не имеют противопоказаний, могут применяться в любом возрасте недлительное время, не обладают побочными эффектами.

Завершая разговор о рациональном питании, следует еще раз напомнить, что здоровый образ жизни требует адекватного, сбалансированного и индивидуального для каждого человека питания. Только такое питание может стать фактором, формирующим здоровье, поэтому, следуя общим рекомендациям, каждый человек должен ориентироваться на потребности своего организма, прислушиваться к нему, всегда придерживаться своей индивидуальной диеты и знать чувство меры.

Простое и очень важное правило здорового питания – не принимать пищу при отсутствии потребности (отсутствии аппетита) при ненормальном эмоциональном состоянии. Усталость, боль, страх, горе, беспокойство, депрессия, гнев, воспаление, лихорадка – все это приводит к тому, что пищеварительные соки перестают выделяться и нормальное движение пищи по пищеварительному тракту замедляется или совсем останавливается. Бессмысленно и даже вредно есть при отсутствии аппетита и тем более настаивать на приеме пищи детьми.

При организации рационального питания необходимо учитывать, что процесс еды должен оставлять чувства насыщения и удовольствия, зависящие от объема и состава пищи, количества выделяемых пищеварительных соков, а также от того, насколько она отвечает потребностям и привычкам человека. Условия приема: доброжелательная обстановка за столом, красивая сервировка, высокие органолептические свойства пищи (приятный вкус и запах, внешний вид и температура) – все это оказывает влияние на аппетит человека и усвояемость пищи. Разнообразие пищевых веществ в рационе питания и способ их приготовления являются условиями полноценного рациона. Правилом здорового образа жизни должно стать не только исключение излишеств, но и жесткие ограничения в питании. Не следует злоупотреблять любыми, даже самыми полезными продуктами питания или же осознанно подавлять жизненно необходимые биологические потребности в угоду социальным стандартам.

5.4 Потребность человека в воде

Без воды невозможна жизнь. Вода является необходимой частью всех клеток и тканей человеческого тела: на 60–65% оно состоит из воды. В ней протекают все химические превращения, связанные с жизнедеятельностью организма. Все живое исключительно тяжело переносит отсутствие или недостаток воды. Если человека лишить одновременно и пищи и воды, он погибнет уже через 3–5 дней, если же лишить пищи, но ежедневно давать по 1–2 стакана воды, то он может прожить до 40 суток.

Сколько же воды необходимо человеку? Принято считать, что на 1 кг веса взрослого здорового человека требуется в сутки около. 35–40 мл воды. Например, если его вес составляет 70 кг, то суточная потребность в воде исчисляется в 2,5–2,8 л. Вода также образуется в организме человека в результате различных химических превращений (около 0,5 л) – это количество учитывается в общей суточной потребности человека в жидкости.

Однако в каждом отдельном случае потребность человека в воде определяется рядом условий: временем года, характером его работы и т.д. Питье воды без ограничения приносит организму вред. Вода, как правило, скапливается в подкожной жировой клетчатке, ткань разбухает, становится рыхлой; кожа теряет упругость, на ней легко образуются складки. Всасываясь через слизистую оболочку кишечника, вода поступает в кровь. Избыточное потребление воды предъявляет повышенные требования к работе сердца, легких, почек, приводит к резкому повышению обмена веществ и усиленному распаду белка.

В потреблении воды, особенно лицами пожилого и старческого возраста, должна соблюдаться строгая, но разумная мера.

Как же следует регулировать потребление воды? Нужно помнить, что каждый правильно питающийся человек получает в сутки около *2* л воды. За завтраком, обедом и ужином с жидкими блюдами человек вводит в свой ор-

ганизм около 1–1,2 л воды; прибавьте к этом воду, которая содержится в пищевых продуктах – 1–1,3 л, и воду, образующуюся в организме. Поэтому человек, правильно питающийся и соблюдающий умеренность в занятиях, отдыхе, практически не нуждается в дополнительном введении жидкости.

Жажда возникает в ответ на обеднение организма водой. Бывает, что человек за короткое время теряет много жидкости с потом, например, при физическом, труде, при спортивных состязаниях, при быстрой ходьбе, особенно в гору, да еще в летнюю жару. Тогда; и появляется чувство жажды. Она не исчезает, а, напротив, усилится, если жаждущему дать сразу много воды. Это происходит потому, что с потом выделяется много солей, оставшиеся же соли не в состоянии сразу удержать большой прилив жидкости. Человек вновь потеет и испытывает жажду. Мы не ошибемся, когда скажем, что, тот гражданин, который не пропускал на своем пути ни одного сатуратора и выпивал кряду по несколько стаканов воды, действительно не умеет регулировать свой водный обмен. Он не знает, что для утоления жажды совсем не обязательно пить воду стаканами – следует просто пополоскать рот или выпить несколько глотков воды. Лучше это сделать 2–3 раза с интервалом в 15–20 мин.

Что предпочтительнее пить? Для многих совершенно безразлично, пить ли квас, газированную или минеральную воду. Если относительно кваса и газированной воды у нас нет принципиальных возражений, то на употреблении минеральных вод следует остановиться. С минеральной водой в организм вводится значительное количество солей; они способствуют удержанию воды в организме. Поэтому минеральная вода хорошо утоляет жажду. Однако для здоровья человека совершенно небезразлично, какую воду, когда и как пить. Минеральные воды имеют преимущественно лечебное назначение, и только часть из них допускается к широкому использованию в качестве столового напитка. Ассортимент последних ограничен. В нашей стране ежегодно выпускается 30 миллионов бутылок минеральной воды 49 различных наименований, из них только немногие – например, «Нарзан», «Березовская», «Ижевская», «Ессентуки № 20», «Полюстровская» – рекомендуются как столовые. Остальные являются лечебными.

Минеральная вода представляет собой природную воду, насыщенную многими минеральными элементами, обладающими специфическими физическими свойствами, в том числе и радиоактивностью, которыми и обусловливается лечебное воздействие. В состав минеральных вод входят солянокислые, сернокислые, углекислые соли, кальция, железа, магния, натрия, бром, йод. Содержание солей в минеральной воде, или их общая минерализация, определяется характером источника. Например, нейтральная «Березовская» содержит 0,8 г солей на 1 л; 53 г солей на 1 л содержит вода под названием «Лугела». Она обладает сильно выраженным лечебным действием и отпускается в аптеках только по рецептам врачей. В состав многих вод входит ряд газов (углекислый газ, сероводород и некоторые другие).

При целом ряде заболеваний у человека нарушается обмен веществ: иногда затрагиваются процессы удаления минеральных солей из организма, иногда больному требуется этих солей больше, чем прежде. Нарушение водно-солевого обмена веществ имеет место при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, печени, желчных путей, подагре и т.д. В этом случае употреблять минеральную воду по собственному выбору или любую из тех, что есть в магазине, – значит подвергнуть свое и без того ухудшенное здоровье риску. Вот почему прежде чем пить минеральную воду того или другого источника, следует обязательно посоветоваться с врачом. Каждый должен помнить, что для употребления минеральной воды есть как показания, так и противопоказания.

Столовые минеральные воды отличаются от лечебных меньшим содержанием минеральных солей, а следовательно, и не столь выраженным действием.

Минеральная вода всасывается в кишечнике. Из кишечника химические вещества попадают в кровь, затем разносятся по всему организму, принимая участие в работе органов пищеварения, кровообращения, обмена веществ, системы крови и др. Активным действующим началом минеральных вод являются электрически заряженные частицы – ионы. Различные ионы, содержащиеся в воде, оказывают и различное влияние. Например, ионы натрия задерживают воду в организме, а ионы калия увеличивают ее выделение с мочой.

Ионы кальция уменьшают воспалительные процессы, повышают свертываемость крови, улучшают рост костной ткани. Ионы магния способствуют расширению сосудов. Некоторые ионы увеличивают скорость продвижения пищи по различным отделам кишечника, усиливают желчеобразование и желчевыделение. Разумное употребление минеральных вод повышает сопротивляемость человека действию бактериальных ядов.

Содержание солей в минеральной воде, их поступление в организм и в связи с этим его ионная перестройка – это только одна сторона действия минеральных вод. Другая же сторона заключается в непосредственном влиянии воды на слизистую оболочку пищеварительного тракта, на нервные структуры, заложенные в ней. Нервные окончания связаны с центральной нервной системой, которая регулирует течение всех обменных реакций в организме.
В связи с этим особую роль приобретает режим питья минеральной воды. Приведем пример.

Если выпить минеральную воду непосредственно перед едой или во время еды, то это усилит выделение желудочного сока. Если ту же воду выпить за 1,5–2 часа до еды, выделение желудочного сока уменьшится. Таким образом, одна и та же вода, выпитая в разное время, оказывает различное влияние на организм. Поэтому каждому человеку следует получить от врача указания не только о том, какая минеральная вода ему полезна, но и о том, как часто, в каких количествах и какой температуры на протяжении какого срока ее пить.

О некоторых правилах употребления минеральных вод. Для лечения минеральной водой в домашних условиях следует ее приобрести сразу столько, чтобы хватило как минимум на половину курса, т.е. 15–20 бутылок. Держать бутылки лучше в прохладном темном месте при температуре 5–10 °С в горизонтальном положении. Допустимый срок хранения – несколько месяцев. Если содержимое бутылки использовано не полностью, ее нужно тщательно укупорить и хранить в тех же условиях. Хранение минеральной воды в открытой бутылке приводит к быстрой ее порче. Пить минеральную воду положено не чаще трех раз в день: утром – перед завтраком, днем – перед обедом и вечером – перед ужином, в количестве от половины до полного стакана. Температура принимаемой воды зависит от поставленной лечебной задачи. Вода комнатной температуры хорошо помогает при запорах, болезнях мочевыводящих путей. Подогретая до температуры 40–45° С минеральная вода показана при поносах, болезнях печени и органов дыхания. Подогревают ее обычно в стакане, погружая его в горячую воду, стакан при этом прикрывают блюдцем. Сильно газированную воду не рекомендуется пить при вздутии кишечника, при повышенной кислотности желудочного сока. Людям, имеющим пониженную кислотность, следует пить воду медленно, небольшими глотками; про повышенной желудочной секреции, наоборот, – быстро, залпом. Рекомендуемый обычно курс приема минеральной воды длится от 3 до 6 недель, в зависимости от побуждающих причин. Пить воду длительно, месяцами, без перерыва не рекомендуется.

5.5 Особенности питания весной

С наступлением весенне-летнего сезона многие начинают строить планы относительно того, где лучше провести отпуск – на море или в селе, куда поехать в выходной день – в лес или на пляж. В зависимости от времени года мы стремимся разнообразить наш отдых, но почти никогда не задумываемся над тем, а не следует ли нам как-то изменять, варьировать свое питание, чтобы полностью использовать все, что дает человеку природа.

Мы хотим рассказать о некоторых характерных особенностях питания весной по сравнению с другими временами года.

Как ни странно, на первый взгляд, но именно весной, когда просыпается все живое, врачам наиболее часто приходится слышать жалобы на общую усталость, апатию, сонливость, люди чаще болеют ангиной, гриппом, у хронических больных обостряется течение патологических процессов. Существует ли какая-либо связь между этими явлениями и питанием? Да, бесспорно. Основная причина их заключается в дефиците витаминов, в течение зимы их меньше поступает в организм человека. Особенно ощутим дефицит витамина С, жизненно необходимого для нормального обмена веществ. Недостает в организме и каротина (провитамин А), фолиевой кислоты, витаминов B_1 и РР (никотиновая кислота), которые преимущественно содержатся в продуктах растительного происхождения.

«Витаминное голодание» организма весной вызвано тем, что в этот период, во-первых, запасы фруктов и ягод иссякают, уменьшается и потребление картофеля, капусты, помидоров, моркови, зелени. В столовых все чаще вместо овощного гарнира предлагаются крупяные, макаронные изделия и др. Во-вторых, в овощах и фруктах по мере их хранения (4–7 месяцев) разрушается ряд витаминов и особенно малоустойчивый при хранении витамин С. Поэтому весной и ранним летом следует так перестраивать питание, чтобы оно все-таки обеспечивало потребность организма в витаминах. Пока не появилась первая зелень, в пищевой рацион обязательно нужно включать лимоны, консервированный перец, кисели на крутых отварах из шиповника, разные соки. Рекомендуется чаще готовить блюда с приправами из томата-пюре, супы с луком и томатом. С появлением первой зелени нужно шире использовать ее в питании: варить зеленые борщи со щавелем, лебедой, шпинатом. Необходимо взять за правило ежедневное употребление разных салатов. Количество потребляемых овощей или их соков для взрослого человека должно составлять в сутки 450 г, фруктов 370 г. Эти нормы рекомендованы научно-исследовательскими учреждениями и имеют физиологическое обоснование. Овощи и зелень содержат минеральные соли, способствуют лучшему пищеварению и выведению холестерина из организма.

Правильное питание каждого человека во многом зависит от него самого, от его здоровья, условий и характера труда, привычек и т.д. Каждому необходимо знать, как правильно, с учетом особенностей основных продуктов питания, питаться. Наша пищевая промышленность по рекомендациям медицинских учреждений витаминизирует молоко, хлебобулочные продукты, макароны, сахар, соль и разные напитки, что в значительной степени позволяет избежать появления гиповитаминозного состояния. Выполнить приведенные выше рекомендации – дело несложное и совершенно необходимое для того, чтобы сделать питание залогом хорошего здоровья.

5.6 Особенности питания людей в пожилом и старческом возрасте

Известно, что рациональное питание человека является одним из мощных средств борьбы с преждевременным старением организма. Построенное на научных принципах питание в детском и юношеском возрасте закладывает здоровые основы активного долголетия. В пожилом и старческом возрасте, когда у человека изменяются обменные процессы, масса тела, двигательная активность, когда появляются нередко сопутствующие старшему возрасту некоторые заболевания, правильно организованное питание имеет не менее существенное значение в состоянии здоровья и обусловливаемом им долголетии.

В основу организации питания людей старших возрастов должны быть положены следующие принципы.

Пожалуй, одно из наиболее важных требований – снижение общей калорийности пищевого рациона. Должно быть установлено строгое соответ-

ствие калорийности питания фактическим энерготратам пожилых и старых людей, значительно снижающимся по мере старения организма. Отечественные ученые считают, что калорийность питания в пожилом возрасте должна составлять 2400–2600 кал, а в возрасте старше 65 лет – снижена до 2100 кал. Однако при регламентации энергетической потребности в пище для людей старших возрастов в каждом отдельном случае следует учитывать их образ жизни. Некоторые пожилые и старые люди не прекращают работать на производстве, заняты в домашнем хозяйстве, увлекаются спортивными упражнениями и т.д. Естественно, что в этом случае при равенстве лет, но разнице в активности двигательного режима гигиенический подход к установлению калорийности питания будет различным. Следует учитывать также, что в холодные периоды года калорийность рациона должна быть несколько увеличена. Только соблюдая умеренность в питании, можно предупредить в этом возрасте нарастание избыточного веса.

Хотя избыток в весе не равнозначен болезни и совместим до поры до времени с полным здоровьем, переедание и наступающая затем тучность представляются для человека весьма небезразличными. Ожирение предрасполагает к другим расстройствам обмена веществ: диабету, подагре, атеросклерозу, эмфиземе легких, холециститу и некоторым иным заболеваниям, частота проявления которых увеличивается с возрастом; клиника их гораздо тяжелее, чем у людей того же возраста, но с нормальным или пониженным весом.

Наслаждение едой приобретает с возрастом все большее значение и часто играет известную роль в состоянии здоровья стариков. Специалисты в области питания рекомендуют с 30-летия постепенно – по десятилетиям – снижать калорийность питания (в общей сложности к 70 годам на 30%), преимущественно за счет уменьшения в пище количества хлеба, круп, макаронных изделий и сладостей. Целесообразно также несколько увеличить (до 20–25 г в сутки) потребление растительных масел и уменьшить (до 10 г в сутки) общее количество животным жиров.

Не менее важным требованием является включение в пищевой рацион продуктов, обладающих выраженной антисклеротической направленностью, содержащих липотропные факторы, стимуляторы ферментных систем. В то же время питание лиц пожилого возраста должно оставаться разнообразным; ежедневно в рацион должны входить продукты из всех шести групп:

1) мясо, рыба, яйца;
2) жиры;
3) овощи;
4) фрукты;
5) молочные продукты;
6) продукты, богатые углеводами, совокупность которых способна удовлетворить потребности стареющего организма в 65 незаменимых факторах питания.

Особое внимание должно быть уделено включению в пищевой рацион продуктов, богатых витаминами С, В, B_2, B_{12}, РР, фолиевой кислотой, мине-

ральными элементами – кальцием, железом, йодом, медью, что необходимо для обновления изнашивающихся в процессе жизнедеятельности ферментных систем.

Следует учитывать, что в пищеварительном аппарате человека с возрастом происходят существенные изменения, хотя «стареет» он относительно меньше, чем, например, сердечно-сосудистая, эндокринная системы и др. Так, с возрастом у человека атрофируются слюнные железы, уменьшается выделение слюны, снижается ее ферментная активность. Нередко у пожилых и старых людей заболевают и выпадают зубы, что создает известные затруднения при разжевывании пищи. Плохо же размельченная пища приводит к расстройствам желудочно-кишечного тракта, ухудшается переваривание и всасывание ее. Понижается кислотность желудочного сока, уменьшается секреция поджелудочной железы, слабеет двигательная активность кишечника, что нередко приводит к запорам.

Отмеченные изменения, естественно, выдвигают определенные требования и к выбору продуктов, и к их кулинарной обработке.

Одним из главных требований в этом отношении является обеспечение пищевых продуктов и блюд достаточно легкой ферментной атакуемостью. Известно, например, что мясо и изделия из него относятся к трудно атакуемым продуктам, рыба, творог – к хорошо атакуемым, зернобобовые продукты, и, в частности, соя, – не только к трудно атакуемым, но и плохо усваиваемым продуктам, особенно если учесть снижение активности ферментов пищеварительного аппарата.

Малопривлекательным может показаться блюдо, даже полноценное и питательное, если оно подается к столу не оформленным соответствующим образом. В связи с этим в питании пожилых людей возрастает роль ароматических и вкусовых веществ (пряные овощи: укроп, петрушка, лук, хрен, чеснок и т.д.), оказывающих возбуждающее влияние на аппетит, нередко сниженный с возрастом, на секрецию пищеварительных соков. И если еще сегодня ароматическим и вкусовым веществам не уделяется должного внимания в практике питания людей старших возрастов, то это следует отнести за счет несколько устарелых кулинарных приемов. Прочное место в питании пожилых и старых людей должна занять сырая пища (особенно растительная), но при ее приготовлении (степень измельчения) следует учитывать слабость жевательного аппарата, развивающуюся у людей с возрастом.

Необходимо соблюдать известные рекомендации по сохранению витаминов и ароматических веществ в пище. Справедливо выражение: «Где вкусно пахнет – там неправильно готовят». Для большей сохранности питательных веществ в продуктах предпочтительным методом тепловой обработки их следует считать варку на пару, тушение в малом количестве воды, почти в собственном соку.

Употребление мяса, рыбы для пожилых в отварном виде предпочтительнее, чем в жареном. Соусы и подливы к этим блюдам рекомендуется изготовлять из растительных продуктов, кислых ягод, хрена,

редьки, капусты, свежей зелени.

Приводим суточный набор основных продуктов для питания лиц пожилого и старческого возраста (в среднем за неделю, вес брутто, г).

Хлеб ржаной	270	Масло сливочное	10
Хлеб белый	150	Масло растительное	20
Крупа	30	Картофель	200
Бобовые	16	Капуста	50
Мука пшеничная	22	Капуста свежая	120
Мясо и мясопродукты	200	Свекла	35
Рыба и рыбопродукты	35	Морковь	120
Сельдь	15	Редька	70
Молоко	230	Горошек зеленый	30
Кефир	150	Фрукты	200
Сметана	209	Фруктовые и ягодные соки	150
Яйца	25	Сахар	35
Мед	25		

Рекомендуя приведенный набор продуктов, мы исходили из положения, что для людей пожилого и старческого возраста нет «запрещенных» продуктов, – речь может идти только о том, употребление каких из них в этом возрасте предпочтительнее. К числу последних относят мясо нежирных сортов, рыбу, молоко, творог, сыр, черный хлеб, гречневую и овсяную крупу, подсолнечное или кукурузное масло, овощи (особенно капусту, редьку, красную свеклу, морковь), фрукты и бахчевые культуры. Такие же продукты, как сливочное масло, яйца, шпроты, какао, не исключаются полностью из питания пожилых людей, но количество их должно быть ограничено. Например, употребление яиц следует ограничить до 2–3 штук в неделю. Сдобу, белый хлеб, кондитерские изделия, говяжий и бараний жир советуем употреблять в очень небольших количествах. Следует включать в питание пожилых людей новые продукты: изделия из китового мяса, морскую капусту, водоросли и т.д.

О примерном меню для пожилых людей. Следует иметь в виду, что строгая рекомендация каких-то определенных блюд вряд ли оказалась бы полезной; важно, составляя меню и организовывая питание пожилых людей, помнить высказанные общие рекомендации по рациональному питанию.

5.7 Режим питания

В соблюдении требований рационального питания значительное место отводится режимным моментам. Рациональный режим питания предусмат-

ривает правильное распределение на протяжении суток приемов пищи.

Многие люди принимают пищу нерегулярно: едят наспех, суточный набор продуктов съедают то в два, то в три, то в четыре приема, иногда обходятся легким завтраком, а затем совмещают обед и ужин и т. д. Естественно, что такое нарушение режима не способствует нормальному пищеварению, не стимулирует работоспособность человека.

Следует помнить, что организм живет не тем, что мы едим, а тем, что мы усваиваем. Усвоение пищи определяется многими причинами: ее качественным составом, видом кулинарной обработки, состоянием организма и даже обстановкой, в какой пища принимается. Принимать пищу нужно не торопясь, не отвлекаясь посторонними вещами. Необходимо соблюдать определенность в чередовании блюд. На первое лучше употреблять супы, приготовленные на мясных, рыбных, овощных отварах, – отвары способствуют более активному выделению желудочного сока. Сладкие блюда целесообразно есть в конце обеда. Взрослый человек не должен съедать в сутки более 3 кг пищи, включая и жидкость.

Систематическое соблюдение времени и кратности приемов пищи способствует не только лучшему, но и более полному ее усвоению. При двухразовом режиме питания нарушается ассимиляция пищевых веществ – белок пищи, например, усваивается только на 75%, тогда как при трехразовом режиме – на 85%; пяти-шестиразовый прием пищи понижает аппетит, человек не испытывает удовольствия от акта еды.

Следует считать наиболее удачным четырехразовый прием пищи взрослым человеком, причем пища должна иметь определенную температуру, не превышающую 60 °С. У тех людей, которые в течение длительного времени не употребляют горячих блюд, питаются всухомятку, могут развиться заболевания желудочно-кишечного тракта (гастриты, энтериты, колиты, язвенная болезнь и т. д.).

Суточный капораж пищи целесообразнее распределить так: при четырехразовом режиме питания: первый завтрак – 25%, второй завтрак – 10%, обед – 45%, ужин – 20%; при трехразовом режиме питания: завтрак – 30%, обед – 45–50%, ужин – 25–20%.

Каким должен быть завтрак? Особого чувства голода человек после сна не испытывает, и, спеша на работу, многие привыкают изо дня в день «завтракать» папиросой или стаканом несладкого чая. Это вредно для здоровья. Перед работой организм должен получить хорошую «пищевую зарядку», которая компенсирует затраты им энергии. Как отмечалось выше, энергетическая ценность завтрака должна составлять от 25 до 30% суточного рациона. С целью возбуждения аппетита в завтрак рекомендуется включать блюда с особыми вкусовыми свойствами (салаты, рыбные закуски). Завтрак должен быть плотным, с горячим мясным, мучным или яичным блюдом и непременно с горячим напитком (кофе, чаем). Кофе и чай содержат ряд веществ, стимулирующих процессы возбуждения в центральной нервной системе, поэтому их полезно пить перед работой, а также в часы перерыва во время работы

(второй завтрак).

Следует ли есть на ночь? Прием пищи перед сном полезен лишь за 1,5–2 часа. В ужин не следует включать мясные и бобовые продукты, так как они возбуждают нервную систему, повышают обмен веществ, долго задерживаются в желудке, обременяют работу пищеварительного аппарата и ухудшают сон. Ужин должен быть легким, быстро перевариваемым, без особого сокогонного действия. Мы советуем ужинать кисломолочными продуктами (кефиром, простоквашей, творогом), которые нормализуют моторную деятельность желудочно-кишечного тракта, или чаем с бутербродом (сыр, творог, мед). Опыт показывает, что ложиться спать голодным вредно. Человек долго не может заснуть, просыпается, но стоит ему немного «перекусить», как сон нормализуется.

Можно ли считать вес тела показателем здоровья? Отчасти да. Принято, что вес тела человека в среднем равняется величине его роста минус 100. Например, если рост человека составляет 173 см, вес его должен быть в пределах 73 кг.

Считается наиболее желательным, когда человек на протяжении жизни сохраняет тот вес, который был у него в 30-летнем возрасте. Рекомендуется систематически следить за своим весом, «Толстеть – значит стареть», – говорит народная пословица.

Рациональное питание является одним из главных мероприятий в профилактике алиментарных заболеваний, тучности, в борьбе за творческое активное долголетие.

5.8 Организация питания в сельской местности

Общая организационная схема здорового питания в сельской местности представлена на рисунке 5.1.

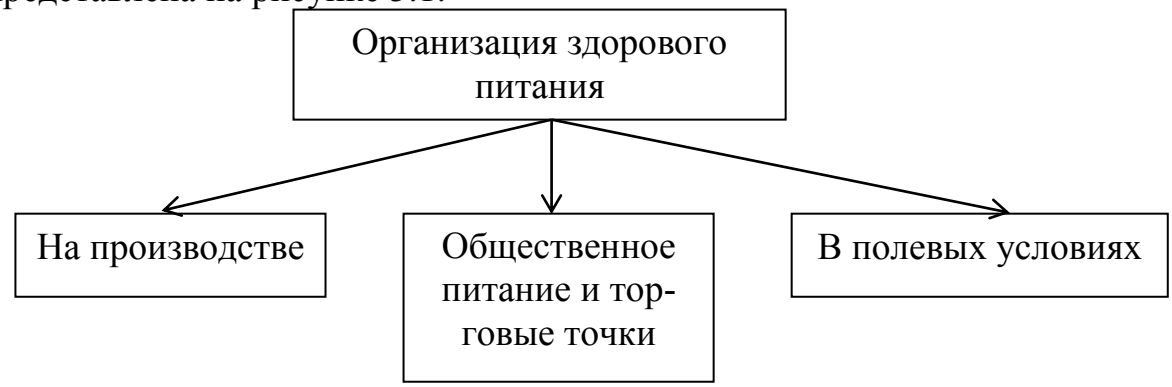


Рисунок 5.1 – Схема здорового питания в сельской местности

Прежде чем перейти к организационным мероприятиям по обеспечению питания населения сельской местности, считаем необходимым привести основные положения Федерального закона «О качестве и безопасности пищевых продуктов», на который должны опираться ответственные лица.

Здоровое питание – питание, ежедневный рацион которого основывается на принципах, установленных настоящим Федеральным законом, отве-

чает требованиям безопасности и создает условия для физического и интеллектуального развития, жизнедеятельности человека и будущих поколений.

Горячее питание – здоровое питание, которым предусматривается наличие горячих первого и второго блюд или второго блюда в зависимости от приема пищи, в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями.

Качество пищевых продуктов – совокупность характеристик безопасных пищевых продуктов, отвечающих требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации, условиям договора, образцу, документам по стандартизации, технической документации, определяющим их потребительские свойства, пищевую ценность, аутентичность, сортность (калибр, категорию и иное), и удовлетворяющих физиологические потребности человека.

Принципами здорового питания являются основные правила и положения, способствующие укреплению здоровья человека и будущих поколений, снижению риска развития заболеваний и включающие в себя:

- обеспечение приоритетности защиты жизни и здоровья потребителей пищевых продуктов по отношению к экономическим интересам индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, осуществляющих деятельность, связанную с обращением пищевых продуктов;

- соответствие энергетической ценности ежедневного рациона энергозатратам;

- соответствие химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макронутриентах (белки и аминокислоты, жиры и жирные кислоты, углеводы) и микронутриентах (витамины, минеральные вещества и микроэлементы, биологически активные вещества);

- наличие в составе ежедневного рациона пищевых продуктов со сниженным содержанием насыщенных жиров (включая трансизомеры жирных кислот), простых сахаров и поваренной соли, а также пищевых продуктов, обогащенных витаминами, пищевыми волокнами и биологически активными веществами.

Качество и безопасность пищевых продуктов, материалов и изделий обеспечивается посредством:

- применения мер государственного регулирования в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий, в том числе осуществления государственного надзора в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий;

- проведения научных исследований в области питания населения, профилактики наиболее распространенных неинфекционных заболеваний и разработки технологий производства пищевых продуктов, материалов и изделий, направленных на повышение их качества;

- определения физико-химических, органолептических, микробиологических и иных показателей, характеризующих свойства пищевых продуктов, а также установления критериев их идентификации;

- проведения производственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий, условиями их производства (изготовления), упаковки, реализации, хранения, перевозок, включающего лабораторные исследования (испытания) в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- применения систем управления качеством пищевых продуктов, материалов и изделий, в том числе с применением системы критических контрольных точек при анализе опасных факторов;

- маркировки отдельных видов пищевых продуктов средствами идентификации;

- развития мер в сфере стандартизации в целях повышения качества пищевых продуктов, материалов и изделий, процессов и технологий их производства;

- стимулирования производителей к изготовлению пищевых продуктов, отвечающих критериям качества и принципам здорового питания;

- нормирования обеспечения питанием в зависимости от возрастной категории лиц, их физиологических потребностей, состояния здоровья, показателей качества пищевых продуктов;

- установления санитарно-эпидемиологических требований к организации питания и проведению производственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов;

- организации информационно-просветительской работы по формированию культуры здорового питания;

- поддержки производства пищевых продуктов для здорового питания.

Требования к обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов

1. Предназначенные для реализации пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии, соответствовать обязательным требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации, к допустимому содержанию химических (в том числе радиоактивных), биологических веществ и их соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений (в ред. Федеральных законов от 19.07.2011 № 248-ФЗ, от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

2. Пищевая ценность пищевых продуктов для питания детей должна соответствовать функциональному состоянию организма ребенка с учетом его возраста. Пищевые продукты для питания детей должны быть безопасными для их здоровья (п. 2 в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

3. Продукты диетического питания должны иметь свойства, позволяющие использовать такие продукты для лечебного и профилактического питания человека в соответствии с установленными федеральным органом ис-

полнительной власти в области здравоохранения требованиями к организации диетического питания и быть безопасными для здоровья человека.

Требования к обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий при их хранении и перевозках

1. Хранение и перевозки пищевых продуктов, материалов и изделий должны осуществляться в условиях, обеспечивающих сохранение их качества и безопасность.

2. Индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие хранение, перевозки пищевых продуктов, материалов и изделий, обязаны соблюдать требования, установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации, к условиям хранения и перевозок пищевых продуктов, материалов и изделий и подтверждать соблюдение таких требований соответствующими записями в товаросопроводительных документах (в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

3. Хранение пищевых продуктов, материалов и изделий допускается в специально оборудованных помещениях, сооружениях, которые должны соответствовать требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации (в ред. Федеральных законов от 19.07.2011 № 248-ФЗ, от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

4. Для перевозок пищевых продуктов должны использоваться специально предназначенные или специально оборудованные для таких целей транспортные средства (в ред. Федерального закона от 19.07.2011 № 248-ФЗ).

5. В случае, если при хранении, перевозках пищевых продуктов, материалов и изделий допущено нарушение, приведшее к утрате пищевыми продуктами, материалами и изделиями соответствующего качества и приобретению ими опасных свойств, индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие хранение, перевозки пищевых продуктов, материалов и изделий, обязаны информировать об этом владельцев и получателей пищевых продуктов, материалов и изделий.

Такие пищевые продукты, материалы и изделия не подлежат реализации, направляются на экспертизу, в соответствии с результатами которой они утилизируются или уничтожаются.

Требования к обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов при их расфасовке, упаковке и маркировке

1. Пищевые продукты должны быть расфасованы и упакованы такими способами, которые позволяют обеспечить сохранение качества и безопасность при их хранении, перевозках и реализации.

2. Индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие расфасовку и упаковку пищевых продуктов, обязаны соблюдать требования, установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации, к расфасовке и упаковке пищевых продуктов, их маркировке, а также к используемым для упаковки и маркировки пищевых продуктов материалам (в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

3. Индивидуальные предприниматели и юридические лица обязаны соблюдать требования к пищевым продуктам в соответствии с законодательством Российской Федерации в части их маркировки в целях предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно достоверной и полной информации о пищевых продуктах (п. 3 в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

4. Обязательная маркировка отдельных видов пищевых продуктов средствами идентификации осуществляется в соответствии с требованиями, установленными законодательством Российской Федерации (п. 4 введен Федеральным законом от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

Требования к организации и проведению производственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий

1. Индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие деятельность по обращению пищевых продуктов, материалов и изделий, должны организовывать и проводить производственный контроль за их качеством и безопасностью с соблюдением требований законодательства Российской Федерации и технической документации к условиям обращения пищевых продуктов, материалов и изделий (п. 1 в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

2. Производственный контроль за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий проводится в соответствии с программой производственного контроля, которая разрабатывается индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом на основании требований, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации и технической документацией. Указанной программой определяются порядок осуществления производственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий, методики такого контроля и методики проверки условий их обращения (в ред. Федеральных законов от 19.07.2011 № 248-ФЗ, от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

Требования к работникам, осуществляющим деятельность, связанную с обращением пищевых продуктов (в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

1. Работники, занятые на работах, которые связаны с обращением пищевых продуктов, оказанием услуг в сфере розничной торговли пищевыми продуктами, материалами и изделиями и сфере общественного питания и при выполнении которых осуществляются непосредственные контакты работников с пищевыми продуктами, материалами и изделиями, проходят обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры, а также гигиеническое обучение в соответствии с законодательством Российской Федерации (в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

2. Больные инфекционными заболеваниями, лица с подозрением на такие заболевания, лица, контактировавшие с больными инфекционными заболеваниями, лица, являющиеся носителями возбудителей инфекционных заболеваний, которые могут представлять в связи с особенностями обращения пищевых продуктов, материалов и изделий опасность распространения таких заболеваний, а также работники, не прошедшие гигиенического обучения, не допускаются к работам, при выполнении которых осуществляются непосредственные контакты работников с пищевыми продуктами, материалами и изделиями (в ред. Федерального закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

Статья 25.2. Организация питания детей в образовательных организациях и организациях отдыха детей и их оздоровления (введена Федеральным законом от 01.03.2020 № 47-ФЗ).

1. Питание детей, обучающихся по основным общеобразовательным программам, образовательным программам среднего профессионального образования в образовательных организациях, детей, пребывающих в организациях отдыха детей и их оздоровления (далее – дети в организованных детских коллективах), а также в иных установленных законодательством Российской Федерации случаях организуется непосредственно указанными организациями и предусматривает в обязательном порядке наличие горячего питания с учетом норм обеспечения питанием детей в организованных детских коллективах, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации.

2. При организации питания детей в соответствии с пунктом 1 настоящей статьи образовательные организации и организации отдыха детей и их оздоровления обязаны:

- учитывать представляемые по инициативе родителей (законных представителей) сведения о состоянии здоровья ребенка, в том числе об установлении, изменении, уточнении и (или) о снятии диагноза заболевания либо об изменении иных сведений о состоянии его здоровья;

- размещать на своих официальных сайтах в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" информацию об условиях организации питания детей, в том числе ежедневное меню;

- соблюдать нормы обеспечения питанием детей в организованных детских коллективах, а также санитарно-эпидемиологические требования к организации питания детей в организованных детских коллективах, к поставляемым пищевым продуктам для питания детей, их хранению.

3. В целях организации питания детей федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления в пределах своих полномочий осуществляются:

- разработка норм обеспечения питанием детей в зависимости от возрастной категории детей, их физиологических потребностей и состояния здоровья;

- установление санитарно-эпидемиологических требований к организации питания детей, поставляемым пищевым продуктам для питания детей, перевозкам и хранению таких пищевых продуктов;

- государственная поддержка производителей пищевых продуктов для питания детей в порядке и в формах, которые предусмотрены законодательством Российской Федерации;

- организация информационно-просветительской работы по формированию культуры здорового питания детей.

5.8.1 Организация общественного питания в сельской местности

Согласно ГОСТ 31985-2013 «Услуги общественного питания. Термины и определения», *предприятия общественного питания* – это объект хозяйственной деятельности, предназначенный для изготовления продукции общественного питания, создания условий для потребления и реализации продукции общественного питания и покупных товаров (в т.ч. пищевых продуктов промышленного изготовления), как на месте изготовления, так и вне его по заказам, а также для оказания разнообразных дополнительных услуг, в том числе по организации досуга потребителей. В соответствии с этим же стандартом, общественное питание (индустрия питания) – это самостоятельная отрасль экономики, состоящая из предприятий различных форм собственности и организационно-управленческой структуры, организующая питание населения, а также производство и реализацию готовой продукции и полуфабрикатов как на предприятии общественного питания, так и вне его, с возможностью оказания широкого перечня услуг по организации досуга и других дополнительных услуг.

Общественное питание занимает важное место в решении проблемы сокращения значительного разрыва в уровне и качестве жизни в сельской местности по сравнению с городскими территориями. В связи с этим надо отметить, что в последнее время столовые, работающие в сельской местности, утратили свое первоначальное значение – накормить трудящихся. В современных условиях они выполняют и многие другие функции благодаря развитию общества (например, досуговые как для местного населения, так и для туристов). Одним из инструментов формирования функций, например, является реконструкция действующих предприятий общественного питания с внедрением новых технологий производства и обслуживания.

Существует несколько направлений реконструкций: расширение площади всего предприятия в целом; планировка отдельных производственных цехов и помещений с обеспечением поточности технологических процессов; изменение существующего соотношения площадей различных групп помещений внутри предприятия путем увеличения площадей одних и уменьшения других помещений; перевод предприятия на работу с кулинарными полуфабрикатами; изменение состава помещений при перепрофилировании предприятия и т.д.

В последнее время предприятия общественного питания в сельской местности выполняют намного больше функций (рисунок 5.2).

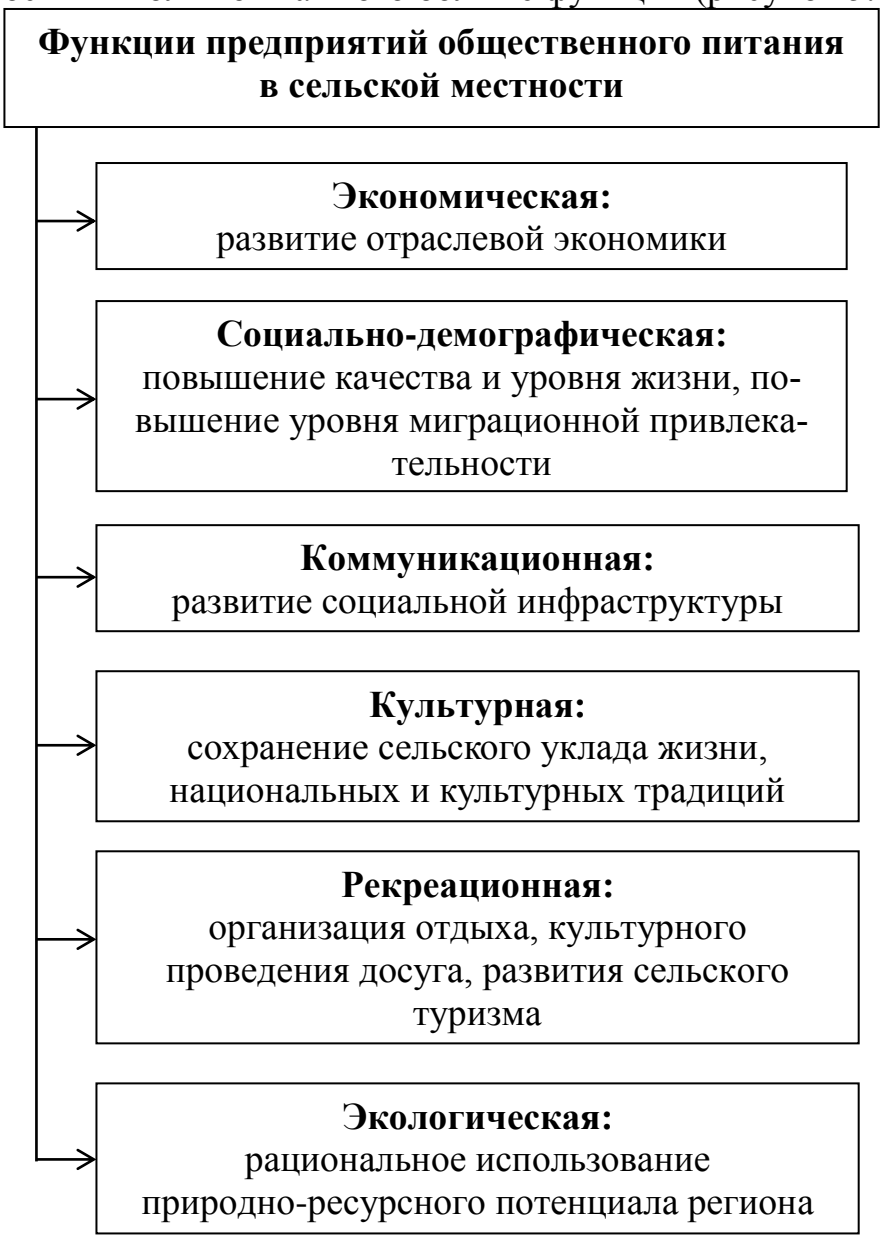


Рисунок 5.2 – Функции предприятий общественного питания в сельской местности

Развитие предприятий общественного питания в сельской местности возможно только при установлении для каждого конкретного предприятия объективных проблем и определении путей их решения. Так, например, в таблице 5.4 представлены результаты анализа деятельности столовой в сельской местности.

Таблица 5.4 – Анализ деятельности столовой в сельской местности

Сильные стороны (S)	*Слабые стороны (W)*
– длительный опыт работы предприятия; – выгодное местоположение – в центре, рядом с рынком; – наличие необходимых помещений и пристроек для расширения производства; – сохранение материально-технического оснащения; – наличие высококвалифицированного персонала, умеющего готовить не только продукцию массового производства, но и сложные порционные блюда; – длительный опыт работы с заготовителями местного сырья; – наличие собственной дополнительной точки сбыта готовой продукции и полуфабрикатов – кооперативного магазина; – приемлемая стоимость готовой продукции; – наличие автономной системы водоснабжения, в том числе благодаря имеющемуся колодцу в центре столовой; – отсутствие конкурентов; – наличие туристских объектов	– низкая оборачиваемость места в зале; – низкий объем производства; – низкий уровень обслуживания; – ограниченное время работы; – отсутствие привычки у местных жителей питаться вне дома; – невысокий уровень внедрения новых технологий на основе использования прогрессивных форм обслуживания и современного оборудования; – здание деревянное старой постройки, что осложняет капитальный ремонт систем вентиляции и канализации; – недостаток молодых высококвалифицированных кадров; – удаленность от мест повышения квалификации и технического обслуживания оборудования; недостаток материальных средств на проведение капитальных мероприятий по модернизации
Возможности (O)	*Угрозы (T)*
– изменение формата предприятия: график работы; предоставляемые услуги; новые формы обслуживания; новое меню; новый дизайн; культура потребления алкогольной продукции; – реконструкция предприятия: увеличение количества посадочных мест; совершенствование организации и появление новых рабочих мест; возможность внедрения современной технологии производства быстрозамороженной/охлажденной кулинарной продукции; появление новых типов производства; – развитие кейтеринга; – расширение ассортимента блюд из местного дикорастущего сырья	– низкая покупательская способность населения; – экономический и финансовый кризис; – изменения в нормативных актах, требованиях к помещению и пр.; – высокий уровень миграции населения

Перевод столовой в новый формат – столовая, работающая вечером по типу кафе, с присвоением нового названия. Данное направление модернизации позволило:

1. Увеличить время работы предприятия. Если до реконструкции столовая работала с 9 до 17 ч, после реконструкции – с 9 до 22 ч. Изменение

графика работы позволяет привлечь дополнительное количество потребителей в вечернее время, поскольку предприятие работает по типу кафе.

2. Расширить предоставляемые услуги. В вечернее время посетителям предлагается широкий выбор развлекательных услуг (живая музыка, караоке, просмотр футбольных матчей, анимация и т.д.); проведение банкетов, праздничных вечеров и т.д.

3. Внедрить новые для столовой формы обслуживания. До реконструкции предприятие предлагало посетителям только питание в форме самообслуживания через буфетчика. После реконструкции в дневное время потребителям предоставляется возможность более быстрого выбора блюд, благодаря установленной линии самообслуживания. В вечернее время раздача закрывается и предприятие начинает работать по типу кафе с обслуживанием официантами. Отпуск алкогольной продукции осуществляется через барную стойку барменом.

4. Разработать новое меню с включением более сложных порционных и фирменных блюд, предлагаемых в вечернее время.

5. Разработать новый дизайн предприятия. После реконструкции обновлен фасад и вывеска здания, изменен дизайн обеденных залов путем приобретения новой комфортной торговой мебели, столовой посуды и приборов, а также инвентаря для барной стойки.

6. Привить культуру потребления алкогольной продукции. В вечернее время дополнительно рекомендуется организовать работу бара с продажей горячих и холодных безалкогольных и алкогольных напитков. После реконструкции и установки барной стойки, появления квалифицированного бармена осуществляется приготовление различных напитков на глазах у посетителей с оригинальным оформлением и подачей, проведение тематических мероприятий, связанных с историей и правилами потребления, дегустацией алкогольной продукции и т.д.

5.8.2 Организация питания в условиях производства

Рассмотрим, как организуется питание персонала сельскохозяйственных предприятий.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более 2 часов и не менее 30 минут.

Порядок организации приема пищи сотрудниками закрепляют локальным актом – например, разрабатывают положение о питании работников и об учете затрат на продукты. В положении необходимо учесть:

– форму организации обедов;

– порядок оплаты продуктов;

– нормы продуктов на человека;

– сумму на человека.

Вот основные формы, как организовать питание сотрудников на предприятии:

1. Денежные выплаты. Работодатель ежемесячно переводит сотрудникам фиксированную сумму в целях компенсации расходов на продукты.

2. Доставка готовых блюд на предприятие. Предприятие заключает договор с кафе или столовой, которая привозит готовую пищу на место работы. При такой форме работодатель компенсирует доставку либо часть стоимости или полную стоимость обеда. Предприятие вправе компенсировать все расходы: и доставку, и продукты.

3. Работодатель вправе организовать питание работников предприятия в кафе, с которым он заключает договор. Обычно общепит располагается недалеко от рабочего места. В этом случае работникам выдают талоны, после учета которых, предприятие перечисляет итоговую сумму в общепит.

4. Организация в собственной столовой. В этом случае предприятие организует на своей территории процесс приготовления пищи для сотрудников. Учет производят по талонной системе или на основании табелей, если продукты предоставляют всем сотрудникам. Локальным актом допустимо закрепить замену обеда денежной компенсацией.

Исходя из того, что мы предлагаем рассмотреть организацию питания на сельскохозяйственном предприятии, принимаем четвертую форму организации обедов.

Работодатель может организовать питание работников, в частности, в форме денежной выплаты, заключения договора со сторонней организацией об оказании услуг по питанию, собственной столовой, а также выделения помещений для приема пищи.

При численности работающих более 200 человек следует предусматривать столовую, работающую на полуфабрикатах, до 200 человек столовую раздаточную, менее 30 человек – комнату приема пищи. Площадь комнаты приема пищи рассчитывается 1 $м^2$ на каждого работника, но не менее 12 $м^2$. Комната прием пищи должна быть укомплектована умывальником, кипятильником, холодильником и электрической плитой (микроволновой печью).

Порядок организации питания работников в соответствующей форме должен быть отражен в коллективном договоре, соглашении, локальных актах работодателя и трудовом договоре.

В сельскохозяйственном производстве организовать питание персонала достаточно сложно из-за большой географии расположения объектов, а также доставку обедов в рабочие бригады, находящихся в полевых условиях.

Столовая при сельскохозяйственном предприятии – это место, где работники принимают пищу, специально подобранную для восполнения потерь энергии при выполнении ими должностных обязанностей, а также выдается бесплатно лечебно-профилактическое питание в соответствии с Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 16 мая 2022 г. № 298н «Об утверждении перечня отдельных видов работ, при выполнении которых работникам предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-

профилактическое питание, норм бесплатной выдачи витаминных препаратов, а также норм и условий бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания». Примерный рацион приведен в таблице 5.5.

Основная цель столовой на предприятии – предоставить возможность получить полноценное питание по доступной цене. К особенностям таких столовых можно отнести следующее: имеют высокую производительность; могут обслуживать большое количество людей за короткое время; имеют планировочные решения, направленные на более быстрое приготовление пищи; расположение на территории сельскохозяйственного предприятия; возможность обеспечить питанием сотрудников, которые не могут прибыть в столовую, а находятся в полевых условиях или на других объектах предприятия.

Таблица 5.5 – Примерный рацион лечебно-профилактического питания

Наименование продукта	Дневная норма в граммах	Наименование продукта	Дневная норма в граммах
Хлеб пшеничный	100	Рыба	25
Хлеб ржаной	100	Печень	25
Мука пшеничная	15	Масло сливочное	15
Масло растительное, масло растительное нерафинированное		Молоко, молоко питьевое жирностью не менее 2,5% (кефир жирностью до 3,5%)	200
Крупа, макароны	40		
Картофель	100	Сыр до 30% жирности	25
Овощи (капуста)	150	Яйцо	¼ шт
Горошек зеленый	10	Соль	5
Томат-пюре	2	Чай	0,5
Сахар	35	Специи по необходимости	

На современных сельскохозяйственных предприятиях рекомендуется использовать столовые с количеством посадочных мест до 50 человек.

Чтобы естественное освещение было достаточным, в помещении обеспечивается правильное соотношение площади застекленной поверхности окна и площади пола. Это соотношение называется световым коэффициентом и должно быть не менее 50 люксов на поверхности столов и рабочих мест в производственных помещениях. В кладовых и складах – 15–25 люксов, в обеденных залах– 50–75 люксов.

В столовой должна применяться естественная вентиляция, побудительная вытяжная система.

Отопление должно быть центральное, обеспечивающее равномерное отопление всех помещений. В обеденном зале температура должны быть менее 18 °С.

Следует пользоваться водопроводной водой, которая предварительно подвергается обезвреживанию. При отсутствии водопровода с разрешения органов местного санитарного надзора допускается пользоваться водой из артезианских скважин, а также рек и озер, при условии специального обезвреживания такой воды. В воде не должно быть патогенных микробов, а также других вредных примесей. Особый контроль должен быть уставлен за качеством воды, поступающей в столовую из колодцев и водоемов. Колодцы, откуда берется вода, должны быть расположены на расстоянии не менее чем в 30 метрах от уборных и помойных ям. Большое значение имеет соблюдение санитарных правил при доставке и хранении привозной воды. Доставлять воду в столовые необходимо в закрытых чистых цистернах ежедневно. Хранить воду надо только в помещении или под навесом в чанах, кадках с плотно закрывающимися крышками. Тару для транспортировки и хранения воды необходимо систематически тщательно промывать водой и периодически дезинфицировать. Предприятие должно быть обеспечено водой из расчета 18–25 литров на один обед или 8 литров на одно блюдо.

В настоящее время на предприятиях общественного питания, каким, безусловно, является столовая сельскохозяйственного предприятия, применяется разное механическое оборудование, которое улучшает санитарные условия работы предприятия, так как чем меньше соприкасается продукт с руками при его обработке, тем меньше вероятность обсеменения его микробами. Машины должны быть расположены в помещении таким образом, чтобы к ним был обеспечен доступ, что облегчает очистку оборудования. На каждом таком предприятии должно быть не менее двух мясорубок: одна для сырого мяса и рыбы, другая для вареного мяса, рыбы и картофеля. Не реже одного раза в неделю необходимо производственное оборудование и инвентарь дезинфицировать 1%-ым раствором хлорной извести, а заем промывать водой для удаления остатков дезинфицирующих средств. Крышки производственных столов должны быть обиты алюминием, дюралюминием или оцинкованным железом. Для разделки мяса, рыбы, овощей должны быть отдельные столы и отдельные из твердых пород дерева доски без щелей, гладко выструганные. Доски должны быть маркированы на боковой поверхности одним из следующих обозначений: СМ (сырое мясо), ВМ (вареное мясо), ВР (вареная рыба), ВО (вареные овощи). Доски должны быть закреплены за определенными рабочими местами и храниться в том же помещении.

Разделочные столы, доски, колоды для рубки мяса после работы необходимо ежедневно очищать и проливать горячей водой, колоды, кроме того, нужно зачищать ножом и посыпать солью. В производственных цехах устанавливать металлические ведра или баки с крышками, снабжёнными педалью, для сбора отходов и отбросов. По заполнении ведер или баков на 2/3 объема их очищают. Ежедневно баки тщательно промывают 2%-ым раствором каустической соды, а затем ополаскивают горячей водой.

На предприятиях общественного питания должны быть выделены отдельные складские помещения для мяса, рыбы, молочно-жировых и гастрономических товаров; для картофеля и овощей; для сухофруктов; хлеба; напитков; кроме того, должна быть кладовая для инвентаря и посуды.

На небольших предприятиях (до 50 посадочных мест) разрешается хранить скоропортящиеся продукты в общей камере, но места для хранения мяса, рыбы и молочных продуктов должны быть разграничены. При тесном соприкосновении, более загрязненные продукты могут обсеменять микроорганизмами менее загрязненные.

Кладовая для хранения сухих продуктов должна быть сухой и хорошо вентилируемой.

Влажность в ней должна быть 60–65%; при более высокой влажности сухие продукты могут отсыревать.

Чистый воздух в помещении предупреждает возможность обсеменения пищевых продуктов микробами.

Оборудуют кладовую для сухих продуктов полками, ларями, стеллажами и шкафами. Нижняя поверхность шкафа, ларей и полок должна отстоять от пола не менее чем на 15 см.

Полки для хранения продуктов должны быть гладкими, без щелей. Очень удобны съемные полки, которые можно чистить и мыть вне кладовой.

Сухие продукты в мешках должны размещаться на стеллажах штабелями методом колодезной кладки, так, чтобы к ним был со всех сторон свободный доступ воздуха, и чтобы мешки с продуктами не мешали уборке.

Хлеб следует хранить на полках, закрытых занавесками, или в шкафах с дверками.

Дверки в шкафах для хлеба должны иметь отверстия для вентиляции, затянутые сеткой или марлей, чтобы преградить доступ мухам. Согласно санитарным правилам, хлеб укладывают на полки следующим образом: формовой на ребро или на нижнюю корку (остывший – не более чем в 3–4 ряда, неостывший – в 1–2 ряда); подовый хлеб укладывают в 1–2 ряда на ребро с уклоном к боковой стенке полки; батоны устанавливают в вертикальном положении в 1 ряд в высоту с уклоном к задней стенке; городские булочки устанавливают в вертикальном положении в 2 ряда в высоту с наклоном к задней стенке полки.

Картофель и овощи хранят в сухом темном подвале или кладовой в закромах, на деревянных настилах или решетчатых стеллажах слоем не выше 1,5 м. Помещение, где хранятся овощи, должно хорошо вентилироваться.
В сыром помещении овощи быстрее портятся.

Квашеная капуста хранится в бочках, поставленных на стеллажи. Зелень должна храниться в охлажденных камерах разложенной на стеллажах.

Скоропортящиеся продукты (мясные, рыбные, молочные и др.) хранят при низкой температуре в охлаждаемых помещениях. Для их хранения предприятия общественного питания обеспечиваются холодильными установками: машинно-компрессорными, ледяными или ледосоляными (камеры с ле-

досоляными карманами). Кроме того, на каждом предприятии общественного питания в производственных помещениях устанавливаются холодильные шкафы или ванны со льдом отдельно для сырья и полуфабрикатов и для готовой продукции.

Правильное хранение особо скоропортящихся продуктов является основным условием для предупреждения пищевых отравлений.

Мясо мороженое хранят в холодильнике, мясные туши подвешивают на луженых крючьях так, чтобы они не соприкасались между собой, с полом и стенами камеры. Туши можно хранить укрытыми брезентом на настилах штабелями в несколько рядов. В этом случае температура воздуха не должна быть выше –6°.

Для того чтобы мясо постепенно оттаивало, его помещают в камеры, где поддерживается температура от 4 до 6°. Срок хранения при этом должен быть не выше 5 суток.

Остывшее мясо хранят так же, как и мясо мороженое. При хранении в холодильнике температура воздуха должна быть 2–4°, а срок хранения 5 суток.

Птицу хранят по возможности отдельно от других мясных продуктов. В холодильнике птицу мороженую хранят в стандартных ящиках, установленных на стеллажах на расстоянии не менее 30 см от стены. При укладке в штабели между ящиками прокладывают деревянные бруски. Срок хранения не более 5 суток при температуре –2°.

Охлажденная птица хранится в холодильнике на специальных полках без тары или в корзинах. При хранении птица укладывается таким образом, чтобы она сохраняла форму. Срок хранения в холодильнике при температуре до 4° не более 2 суток.

Мясо охлажденное хранят в холодильнике в течение 5 суток при температуре не выше 4°.

Субпродукты мороженые хранят в холодильнике в специально отведенных помещениях. Предварительно субпродукты рассортировывают по видам и укладывают в один ряд в ящики, хорошо очищенные, обструганные и промытые кипятком. В холодильниках субпродукты рассортировывают обязательно по дням прибытия, чтобы можно было соблюсти сроки их хранения. Использовать, ящики из-под субпродуктов для хранения других продуктов запрещается. В холодильнике субпродукты можно хранить не более 2 суток.

При отсутствии холода не разрешается принимать субпродукты для хранения и реализации. Получение субпродуктов в летнее время для немедленного использования на предприятиях общественного питания допускается только с разрешения органов санитарного надзора.

Колбасы вареные хранят в подвешенном виде. Сосиски можно хранить в металлических ящиках. Сроки хранения вареных колбасных изделий зависят от сорта и температурных условий. Так, колбасы вареные, мясные и рыбные 1-го и 2-го сортов можно хранить не более 3 суток, а колбасы 3-го сорта

– не более 2 суток. Колбасу ливерную 3-го сорта, кровяную, зельц 3-го сорта можно хранить не более 12 часов при температуре не выше 6°, за исключением 1-го и 2-го сортов.

При отсутствии холода прием, хранение и реализация вареных колбасных изделий на предприятиях общественного питания запрещены, за исключением 1-го и 2-го сортов.

Рыба является также особо скоропортящимся продуктом. При нарушении санитарных правил ее хранения она быстро портится и может стать причиной пищевых отравлений.

Свежую парную рыбу хранят в холодильнике: крупную – в подвешенном виде, мелкую – уложенной в корзины или на стеллажи небольшим слоем; при температуре –2° рыбу можно хранить 2 суток. При 5–7° рыбу можно хранить сутки.

Мороженую рыбу хранят в холодильнике до 3 суток при температуре –2° в таре, в которой она прибыла. Хранить соленую рыбу нужно отдельно от свежей рыбы.

Соленую рыбу хранят в холодильнике в бочках, поставленных на стеллажах на расстоянии от стены не менее чем 30 см, при температуре от 3 до 5° в течение 10 суток.

Масло сливочное и соленое хранят в холодильнике в бочках, ящиках или на полках брусками, завернутыми в пергамент. Срок хранения в холодильнике до 20 суток.

Сыр крупный хранят без тары на чистых деревянных настилах. При укладке кругов сыра один на другой необходимо между ними прокладывать фанеру. Сыры мелкие хранят на полках в таре или на чистых деревянных настилах. Головки сыра не должны соприкасаться друг с другом. Образовавшиеся на корке сыра слизь и плесень необходимо своевременно удалять, обтирая корку сыра чистой салфеткой, смоченной слабым раствором поваренной соли.

Молочнокислые продукты – сметану и творог – хранят в бочках с крышками, сделанными из фанеры. Под крышкой должна быть прокладка из марли. Запрещается оставлять в таре с творогом и сметаной ложки, их следует хранить в специальной посуде.

Молоко (фляжное и бутылочное) хранят в таре, в которой оно прибыло, не более 12 часов при наличии холода; при отсутствии холода хранение и реализация не разрешаются. Перед употреблением фляжное пастеризованное молоко обязательно кипятят.

Яйца хранят в таре, в которой они прибыли (в ящиках), или выложенными на лотки. Яйца воспринимают посторонние запахи, поэтому их нельзя хранить рядом с пахнущими продуктами.

Если предприятие не имеет возможности обеспечить указанные условия хранения, то не следует делать запаса скоропортящихся продуктов, а получать их в пределах однодневной потребности.

Для предупреждения пищевых отравлений установлены специальные санитарные правила и Федеральным Законом Российской Федерации от 02.01.2000 г. № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», предусматривающие о переделенные условия, сроки хранения и реализации особо скоропортящихся продуктов (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Условия и сроки хранения особо скоропортящихся продуктов

Наименование продукта	На предприятиях общественного питания	
	при отсутствии холода в заготовочном цехе	при наличии холода
1	2	3
Мясной фарш (в незаправленном виде)	Изготовляется по мере надобности и хранению не подлежит	Не более 6 часов
Мясные и рыбные котлеты (полуфабрикаты)	Немедленная реализация по мере изготовления	Не более 12 часов при температуре не выше 6°
Мясо мелкими кусками для рагу, гуляша и т.п.	Немедленная реализация по мере изготовления	Не более 12 часов
Мясные порционно-кусковые полуфабрикаты (антрекот, бифштекс, филе и т.д.):		
натуральные	Реализации не подлежат	Не более 36 часов при температуре не выше 6°
панированные	Реализации не подлежат	Не более 24 часов
Студень мясной, мясное заливное	Реализации не подлежат	Не более 12 часов при температуре не выше 6°
Студень рыбный, рыба заливная	Реализации не подлежат	Не более 12 часов при температуре не выше 6° В случае вынужденной задержки допускаются к реализации при условии отсутствия органолептических изменений и обязательного кипячения
Готовые котлеты мясные и рыбные	Подлежат реализации при условии приготовления на месте	Не более 24 часов
Сельдь рубленая	Не более 6 часов	Не более 24 часов

Овощные котлеты (полуфабрикаты)	Реализация по мере поступления	Не более 8 часов
Винегрет, салат (овощной с мясом и рыбой)	Не более 6 часов при условии изготовления на месте	Не более12 часов при условии хранения в незаправленном виде
Рыба печеная	Реализации не подлежит	Не более 48 часов
Рыба жареная	Не более 12 часов	Не более 36 часов
Рыба порционированная в сухарях (полуфабрикат)	Реализации не подлежит	Не более 24 часов
Запеканка из икры	Не более 24 часов	Не более 24 часов
Консервы, отпускаемые для закуски (вскрытые)	Не более 3 часов	Не более 6 часов с момента вскрытия банок при условии немедленного изъятия консервов из банок
Паштет из печени	Не более 6 часов	Не более 24 часов
Колбасы вареные 3-го сорта и с добавлением субпродуктов	Реализации не подлежат	Не более 48 часов
Колбасы ливерные 3-го сорта, кровяные зельцы 3-го сорта	Реализации не подлежат	Не более 12 часов при температуре не выше 6°
Сосиски и сардельки мясные	Реализации не подлежат	Не более 72 часов (хранение в подвешенном состоянии)
Сосиски рыбные	Реализации не подлежат	Не более 24 часов
Колбасы вареные мясные и рыбные 1-го и 2-го сортов	Не более 6 часов	Не более 72 часов (хранение в подвешенном состоянии)
Солянка рыбная тушеная (в стеклотаре)	Реализации не подлежит	Не более 24 часов
Рыба отварная и тушеная (изготовленная в кулинарных цехах рыбной промышленности)	Реализации не подлежит	Не более 36 часов
Рыба горячего копчения	Не более 6 часов	Не более 72 часов
Рыбный шашлык (полуфабрикат)	Реализации не подлежит	Не более 12 часов

Тефтели жареные и отварная рыба в томатном соусе (в стеклотаре)	Реализации не подлежат	Не более 72 часов
Раки вареные	Реализации не подлежат	Варятся по мере надобности
Пирожки жареные и печеные с мясом, рыбой или субпродуктами (кулебяки, расстегаи)	Не более 12 часов	Не более 24 часов
Пирожное со сливочным кремом	Не более 12 часов	Не более 36 часов при температуре не выше 6°
Пирожное с заварным кремом	Реализации не подлежит	Не более 6 часов
Молоко бутылочное, фляжное, шоколадное, сливочный напиток и сливки	Реализации не подлежат	Не более 12 часов
Молочный кисель	Немедленная реализация по мере изготовления	Не более 12 часов
Творожная масса	Реализации не подлежит	Не более 24 часов при температуре не выше 6°
Торт творожный, сырки творожные всех видов, крем творожный	Реализации не подлежат	Не более 24 часов
Диетические продукты (простокваша, кефир, ацидофилин)	Реализации не подлежат	Не более 24 часов
Сметана	Реализации не подлежит	Не более 36 часов
Творог жирный и обезжиренный	Реализации не подлежит	Не более 24 часов
Желе молочное, сливочное, детское, фруктово-сывороточное	Реализации не подлежит	Не более 12 часов
Соевые сырки	Реализации не подлежит	Не более 72 часов
Соевая простокваша	Реализации не подлежит	Не более 12 часов
Соевый кефир (трехдневной закваски)	Реализации не подлежит	Не более 24 часов

Сельскохозяйственное производство характеризуется большим разбросом объектов и значительного числа технологических операций, выполняемых вдалеке от населенных пунктов, в которых задействовано много персонала. Поэтому обеспечение питания является важным и сложным вопросом в плане соблюдения требований нормативно-правовой документации и организационных мероприятий.

Таким образом, возникает две проблемы: это организация мест приема пищи в полевых условиях и доставка продуктов питания к месту обеда персонала. Поэтому для решения этой проблемы необходимо создать нормальные санитарно-гигиенические и культурно-бытовые условия для персонала. Для этого рекомендуется создать звено культурно-бытового обслуживания, состоящего из шофера, подсобного рабочего и представителя столовой. Горячую пищу, приготовленную в столовой в термосах доставляют в поле согласно разработанному графику (с 12 до 14 часов 30 минут – обед и с 17 до 19 часов – ужин) в назначенные места и организовывают необходимые условия санитарно-гигиенического режима и нормального отдыха.

Звено культурно-бытового обслуживания оснащается следующими техническими средствами:

– микроавтобус для перевозки сотрудников и продуктов, а также гигиенического оборудования: термосами для доставки горячей пищи; передвижной столовой; передвижной душевой установкой и умывальником; мылом и полотенцем.

Передвижной вагончик УТК № 8 предназначен для приема пищи и отдыха персонала в холодное время года или во время дождя (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Передвижной вагончик для отдыха механизаторов УТК № 8

На кузове прицепа может быть оборудована передвижная столовая (рисунок 5.4), размещены стол и лавочки, а также отведено место для термосов с пищей, ящиков для посуды и хлеба, емкостей для воды, сбоку кузова расположен бачок с водой для мытья рук.



Рисунок 5.4 – Передвижная столовая УТК № 1

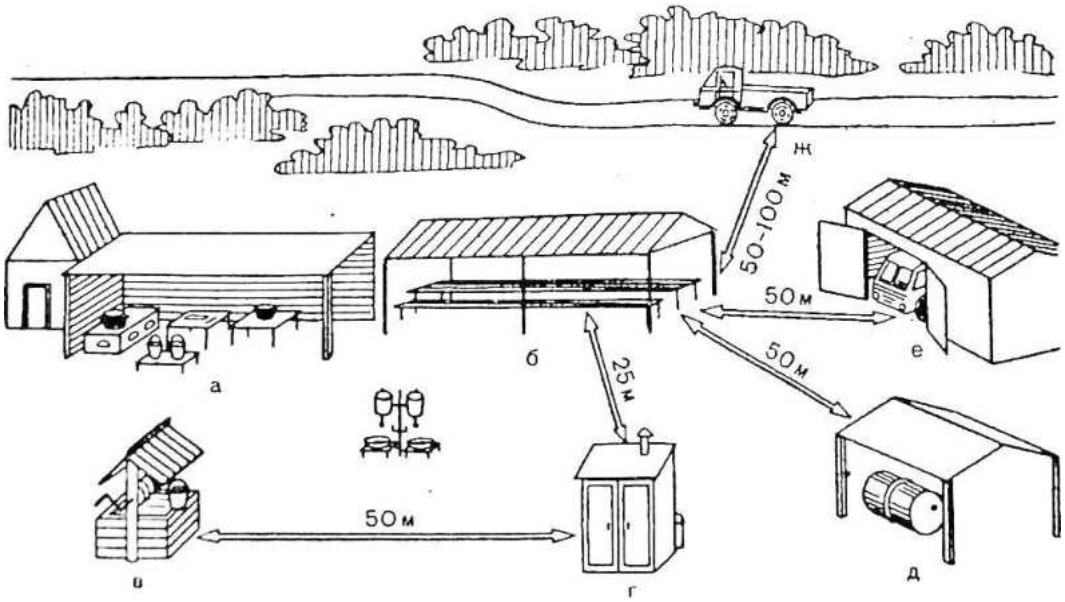
Питание персонала в полевых условиях организуется так, чтобы агрегаты в это время не простаивали. Поэтому вначале кормят тех, кто находится на отдыхе, а затем они сменяют работающих товарищей. Замену производят тогда, когда агрегаты находятся поблизости от расположения столовой. Члены звена культурно-бытового обслуживания должны тщательно следить за питьевым режимом механизаторов. Для этого каждый работающий агрегат должен быть снабжен термосом с водой и сладкими газированными напитками.

Пункты питания на полевых станах организуются в период сельскохозяйственных работ.

Площадка для пункта питания выбирается с ровным рельефом, имеющим небольшой уклон для стока атмосферных вод, поблизости от источника питьевой воды, с удалением от источника загрязнения (от проезжих дорог – на 50 м, от выгребных ям и уборных – на 25 м). Земля на площадке должна быть утрамбована. Под навесом устанавливаются обеденные столы и стол для раздачи пищи (рисунок 5.5).

Для сельскохозяйственных рабочих устанавливается режим питания с принятием пищи 3–4 раза в день. При составлении меню должны учитываться величины энергозатрат рабочих, особенность режима трудового дня, а также общие санитарные требования, предъявляемые к составлению меню для организованных коллективов. В меню не разрешается включать особо

скоропортящиеся блюда и продукты: ливерные и кровяные колбасы, студень, заливные блюда, кондитерские изделия с кремом, блинчики с мясом, макароны по-флотски, а также самоквас и некипяченое молоко. Срок реализации готовой пищи не должен превышать 2 ч с момента изготовления.



а – кухня и склад для продуктов; *б* – навес для приема пиши; *в* – колодец; *г* – туалет; д – склад горючих материалов; *е* – гараж; *ж* – дорога

Рисунок 5.5 – Пункт питания на полевом стане

Пища может быть приготовлена на кухне полевого стана или быть привезенной из базовой столовой. Привозная пища должна поступать в установленное время, для ее транспортировки используются термосы, термоконтейнеры, обеспечивающие поддержание необходимой температуры. Хлеб перевозят в деревянном ящике с крышкой или в двухслойном мешке. Для перевозки столовой посуды должны быть два ящика с маркировкой «для чистой посуды», «для грязной посуды». Для приготовления пищи на полевом стане используется типовой вагон-кухня или строится временная кухня. Набор оборудования и инвентаря подбирается с учетом санитарных требований, предъявляемых к предприятиям общественного питания.

Важнейшим вопросом доставки является выбор тары для продуктов, особенно в районах с жарким климатом или летом и на предприятиях, где объекты находятся достаточно далеко. В связи с этим необходимо использовать специальные термосы для сохранности пищи.

Транспортные средства, используемые для перевозки пищевых продуктов, должны удовлетворять определенным санитарным требованиям, обеспечивающим сохранение качества перевозимых продуктов.

Термос для общественного питания – это специальный контейнер, который позволяет сохранять температуру, качество и свежесть продуктов, напитков и готовых блюд в течение длительного времени. Термосы для общепита используются в ресторанах, кафе, барах, столовых, фастфудах, кейтерингах и других заведениях общественного питания, а также при доставке

еды на дом или на мероприятия. Термосы для общепита бывают разных видов: с крышкой или без, с ручкой или без, с краном или без, с подогревом или без, однostенные или двустенные, цилиндрические или прямоугольные и т.д.

Для термосов со стеклянной колбой и колбой из пищевой нержавеющей стали требования национальных стандартов на изготовление различаются. Для первых это ГОСТ Р 51968-2002 «Термосы бытовые с сосудами из стекла. Общие технические условия», а для термосов из нержавеющей стали – ГОСТ 27002-2020 «Посуда из коррозионно-стойкой стали». Особое внимание стоит уделить тому, что классификация термосов идет именно по материалу колбы, а не внешнего корпуса, он может быть выполнен из пластика, металла или из комбинированных материалов.

Термос для общественного питания – это важный элемент экипировки любого заведения общественного питания или службы доставки еды. Поэтому при выборе термоса для общепита нужно учитывать несколько особенностей, которые определяют его качество, функциональность и долговечность. Вот некоторые из них:

• Объём. Термос должен соответствовать количеству продуктов и блюд, которые нужно в нем хранить или перевозить. Объём термоса может варьироваться от 1 до 100 литров или больше.

• Материал. Термос должен быть изготовлен из качественного и безопасного материала, который не ржавеет, не деформируется, не выделяет вредных веществ и не влияет на вкус и запах продуктов и блюд. Самыми распространенными материалами для термосов являются нержавеющая сталь, пластик, алюминий, полипропилен и полиуретан.

• Форма. Термос может иметь разную форму: цилиндрическую, прямоугольную, квадратную, овальную и т.д. Форма термоса влияет на его удобство использования, транспортировки и хранения.

• Изоляция. Термос должен иметь хорошую изоляцию, которая обеспечивает сохранение температуры продуктов и блюд в течение длительного времени. Изоляция термоса может быть однostенной или двустенной.

• Устойчивость. Термос должен быть устойчивым к механическим повреждениям, таким как царапины, сколы, трещины и т.д., а также к химическим воздействиям, таким как кислоты, щелочи, соли и т.д.

• Гигиена. Термос должен быть гигиеничным, то есть легко чиститься и мыться от загрязнений и остатков продуктов и блюд. Гигиена термоса зависит от материала, из которого он сделан, а также от конструкции, которая должна быть гладкой и без щелей и швов.

• Дизайн. Термос может иметь разный дизайн: классический или современный, яркий или нейтральный, одноцветный или с рисунком и т.д. Термос для общественного питания – это удобный и полезный контейнер, который позволяет сохранять температуру, качество и свежесть продуктов, напитков и готовых блюд в течение длительного времени. Термосы имеют множество преимуществ, таких как экономия энергии и ресурсов, удобство

транспортировки и хранения, гигиена и дизайн. При выборе термоса для общепита нужно учитывать несколько особенностей, таких как объём, материал, форма, изоляция, устойчивость и гигиена. При использовании и уходе за термосом нужно соблюдать правила наполнения, закрытия, чистки, хранения и ремонта.

Наиболее популярные и используемые на предприятиях общественного питания, в столовых сельскохозяйственных предприятий модели термосов представлены на рисунках 5.6–5.8.



Рисунок 5.6 – Термос армейский



Рисунок 5.7 – Термос усиленный с пластиковым корпусом



Рисунок 5.8 – Термос профессиональный из нержавеющей стали

Выбор термосов для использования в сфере общепита должен основываться на потребностях конкретного заведения.

Если нужны надежные термосы для ежедневного интенсивного использования с горячими напитками и супами, лучше остановиться на моделях из

нержавеющей стали. Это обеспечит длительное сохранение высоких температур, прочность, долгий срок службы. Бюджетный вариант для таких целей – качественный пищевой пластик (полипропилен, ABS).

Рацион питания определяется применительно к каждому виду работ, исходя из калорийности продуктов, ставит перед работодателем круг проблем, который необходимо решать коллективно со специалистами предприятия и медицинскими работниками в лице опытного диетолога. Разрабатывать рацион питания необходимо на основе анализа деятельности персонала на тех или иных рабочих местах и отнеся их к определенной тяжести и напряженности, что позволит определить то количество энергии, потраченное работником, которое необходимо полноценно восполнить.

Таким образом, вернемся к калорийности продуктов (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Калорийность продуктов

Наименование продуктов	Белки	Жиры	Углеводы
Овощи	80	–	85
Картофель	70	–	95
Фрукты, ягоды, орехи	85	95	90
Мука высшего,1-го, 2-го сортов и хлеб из нее, макаронные изделия, манная крупа, рис, геркулес и толокно	85	93	96
Обойная мука и хлеб из нее, бобовые и крупы (кроме манной, риса, геркулеса и толокна)	70	92	94
Сахар	–	–	99
Кондитерские изделия, мед и варенье	85	93	95
Растительное масло и маргарин	–	95	–
Молоко, молочные продукты и яйца	96	95	98
Мясо и мясопродукты, рыба и рыбопродукты	95	90	–

Калорией (большой) называется количество тепла, необходимое для того, чтобы нагреть 1 кг воды на 1°. Следовательно, калория является единицей измерения тепла. Калориями (кал) измеряется тепло, вырабатываемое человеческим организмом, а также скрытая энергия, заключенная в пищевом продукте, которая при сгорании продукта в организме освобождается и идет на пополнение энергетических затрат организма (работу мышц и других органов, поддержание тепла в теле). Определение количества калорий, содержащихся в пищевом продукте, производится специальным прибором – калориметром.

Установлено, что сгорание в организме 1 г белка дает 4,1 кал, 1 г жира – 9,3 кал и 1 г углеводов – 4,1 кал. Зная химический состав пищевого продукта, легко подсчитать его калорийность. Для этого количество белков и углеводов, содержащихся в продукте, умножается на 4,1, а количество жира на

9,3. Полученные данные складывают и определяют общую калорийность продукта. Таким образом, может быть подсчитана калорийность любого пищевого продукта. Однако химический состав многих пищевых продуктов колеблется в зависимости от ряда причин (например, мяса – от степени упитанности, молока – от корма коровы и т.д.). Поэтому более точно калорийность продукта или блюда определяется при лабораторном исследовании (в калориметре).

Различают калории брутто и нетто. В калориях-нетто исчисляется количество усвояемых организмом белков, жиров и углеводов. В калориях-брутто – количество поглощенных организмом белков, жиров и углеводов, включая и неусвояемую часть продукта. Определение количества пищевых продуктов, необходимых для покрытия всех затрат организма, производится в калориях нетто, т.е. с учетом только усвояемой части продукта.

Химический состав (в %) и калорийность основных пищевых продуктов приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Химический состав (в %) и калорийность основных пищевых продуктов

Наименование продуктов	Химический состав съедобной части						Количество калорий брутто на 100 г съедобной части продукта
	вода	белки	жиры	углеводы	клетчатка	зола	
1	2	3	4	5	6	7	8
Хлеб ржаной подовый весовой из обойной муки	46,0	6,9	0,9	42,8	1,1	2,3	212,2
Хлеб пшеничный формовой весовой из муки 1-го сорта	41,0	7,9	0,7	48,9	0,2	1,3	239,4
Крупа гречневая (ядрица)	14,0	12,5	2,5	67,4	1,8	1,8	350,8
Крупа манная	14,0	11,2	0,8	73,3	0,2	0,5	353,9
Рис	14,0	7,6	1,0	75,8	0,4	1,2	351,3
Макаронные изделия	13,0	11,0	0,9	74,2	0,3	0,6	357,7
Горох	14,0	22,4	2,4	54,1	4,7	2,4	335,9
Фасоль	14,0	23,2	2,1	53,8	3,6	3,3	335,2
Кукурузные хлопья	8,2	14,9	1,3	72,3	0,5	2,8	369,0
Говядина средней упитанности	68,5	20,0	10,5	–	–	1,0	179,7
Баранина средней упитанности	65,1	17,0	17,0	–	–	0,9	227,8
Телятина тощая	78,2	20,0	0,5	–	–	1,3	86,7

Свинина сальная	47,9	14,5	37,0	–	–	0,6	403,6
Мясо курицы (в среднем по тушке	73,9	20,0	5,0	–	–	1,1	128,5
Мясо гуся	53,4	16,5	29,0	–	–	1,1	337,4
Мясо утки	61,2	18,5	19,0	–	–	1,3	252,6
Язык крупного рогатого скота	65,5	16,0	17,5	–	–	1,0	228,4
Печень крупного рогатого скота	72,0	19,0	4,5	3,0	–	1,5	132,1
Мозги крупного рогатого скота	80,5	9,0	9,5	–	–	1,0	125,3
Колбаса вареная любительская	55 0	13,7	27,9	–	–	3,4	315,8
Колбаса вареная чайная	72,0	12,3	11,5	1,2	–	3,0	162,3
Колбаса полукопченая полтавская	40,0	15,6	40,3	–!	–	4,1	438,8
Колбаса копченая московская	30,0	21,5	41,5	–	–	7,0	474,1
Ветчина (в среднем)	45,0	17,0	35,0	–	–	3,0	395,2
Сосиски советские	65,0	12,4	19,4	0,4	–	2,8	232,9
Вобла вяленая каспийская весенняя крупная, средняя и мелкая неразделанная	33,2	47,7	4,7	–	–	14,4	239,3
Морской окунь холодного копчения	53,5	26,4	10,4	–	–	9,7	205,0
Кета солёная амурская	54,3	23,8	11,2	–	–	10,7	201,7
Икра зернистая осетровая	52,4	26,7	15,8	–	–	5,1	256,4
Икра кетовая зернистая	46,9	31,6	13,8	–	–	7,7	257,9
Масло подсолнечное рафинированное	0,1	–	99,9	–	–	—	929,1
Маргарин молочный несоленый	15,7	0,5	83,0	0,4	–	0,4	775,6
Масло сливочное несоленое	15,4	0,5	83,5-	0,5	–	0,1	780,7
Масло топленое	1,0	–	99,0	–	–	–	920,7
Жиры кухонные комбинированные	0,5	–	99,5.	–	–	–	925,4

Молоко коровье цельное	87,7	3,4	3,7	4,5	–	0,7	66,8
Сметана 1-го сорта из коровьего молока	64,0	3,0	30,0	2,5	–	0,5	301,6
Творог жирный	65,0	15,0	18,0	1,0	–	1,0	233,0
Творог обезжиренный	80,0	17,5	0,5	1,0	–	1,0	80,5
Сыр советский	44,0	18,5.	28,0	4,5	–	5,0	354,7
Яйца без скорлупы	74,0	12,5	12,0	0,5	–	8,0	164,9
Грибы белые свежие	87,1	5,4	0,4	5,1	1,0	1,0	46,8
Яблоки свежие	87,0	0,5	–	11,2	0,9	0,4	48,0
Виноград свежий	81,6	0,7	–	16,2	0,6	0,9	69,3
Апельсины	88,0	0,9	–	9,1	1,5	0,5	41,0
Картофель	76,4	2,0	–	20,0	0,6	1,0	90,2
Морковь	88,0	1,3	–	8,7	1,0	1,0	41,0
Свекла	86,0	1.5	–	10,4	1,1	1,0	48,8
Капуста белокочанная	90,0	1,8	–	5,3	1,7	1,2	29,1
Огурцы	95,3	1,0	–	2,4	0,8	0,5	13,9

Работодатель должен обеспечивать возможность оплачивать все расходы на организацию питания персонала, причем желательно иметь возможность заранее запланировать расходы.

Основой расходов является производственная программа для товарооборота.

Для выявления товарооборота за день составляется производственная программа, определяется выпуск блюд по количеству, цене, товарной наценке, проданной цене. Все данные сводим в таблицу. Пример такой таблицы приведен на рисунке 5.9.

Наименование блюд	Количество блюд	Цена, руб.	Торговая наценка, %	Товарооборот по себестоимости	Продажная цена, руб.	Выручка, руб.

Рисунок 5.9 – Производственная программа для выявления товарооборота в виде таблицы

Показатели расчета затрат на организацию питания персонала представим в виде схемы, приведенной на рисунке 5.10.



Рисунок 5.10 – Показатели расчета затрат на организацию питания персонала

При расчете товарооборота принимаем, что в столовой реализуются продукты собственного производства.

Расчёт стоимости сырья для производства блюд, реализуемых в столовой, определим по формуле

$$С_с = G_{пр} \cdot с, \text{ руб.}, \quad (5.1)$$

где $С_с$ – стоимость сырья (исходного продукта);

$G_{пр}$ – количество сырья, используемого при производстве продуктов питания, кг, шт., л;

с – удельная стоимость видового состава сырья.

Зная показатели по стоимости сырья, определим предполагаемый валовой доход проектируемой столовой по формуле

$$В_{дох} = \sum Н - \sum Ц^{налог}, \text{ руб.}, \quad (5.2)$$

где $В_{дох}$ – валовой доход, руб.;

$\sum Н$ – сумма наценок, в % к стоимости сырья $\sum Н = 60 - 250\%$, руб.;

$\sum Ц^{налог}$ – сумма налога на добавленную стоимость, $\sum Ц^{налог} = 20\%$.

В соответствии с принятыми размерами наценки рассчитаем сумму наценки на покупные товары (рисунок 5.11).

Наценку на продукцию собственного производства, по аналогии с действующими предприятиями данного класса (% наценки 60–200%) принимаем в размере 160%. С учетом этого суммарная наценка на продукцию собственного производства составит 107476,75руб.

№ п/п	Наименование покупного товара	Стоимость товара	Наценка	
			Уровень, %	Сумма наценки
1	Масло сливочное			
2	Сыр голландский			

3	Кефир			
4	Ряженка			
5	Икра кабачковая			
6	Хлеб пшеничный			
7	Хлеб ржаной			
8	Кондитерские изделия			
9	Напиток апельсиновый			
10	Напиток яблочный			
11	Минеральная вода			
			ИТОГО	

Рисунок 5.11 – Показатели наценки по виду покупного товара

Данные по расчету валового дохода приведены на рисунке 5.12.

№ п/п	Наименование показателей	Ед. измерения	Продукция собственного производства	Покупные товары	За день	За месяц
1	Стоимость сырья и товаров по закупочным ценам	тыс. руб.				
2	Наценка предприятия % к стоимости сырья (160%)	%				
3	Сумма налога на добавленную стоимость	тыс. руб.				
4	Стоимость продукции и товаров по ценам реализации (товарооборот)	тыс. руб.				
5	Валовой доход (% к стоимости кулинарной продукции по ценам реализации)	тыс. руб.				

Рисунок 5.12 – Показатели расчета
предполагаемого валового дохода столовой

Мы рассмотрели организационные мероприятия, направленные на организацию правильного и здорового питания персонала на сельскохозяйственных предприятиях. На наш взгляд, охвачены все аспекты деятельности работодателя в этом направлении.

Считаем необходимым отметить, что для решения обозначенных организационных вопросов требуется коллектив специалистов различных профессий, что в свою очередь будет требовать финансовых затрат. Однако правильная организация питания персонала влияет на обеспечение здорового образа жизни и, как следствие, высокую производительность труда, что в свою очередь является конечной целью деятельности любого предприятия.

5.8.3 Транспортировка готовой пищи и санитарные требования к буфетам-раздаточным

Отпуск готовой пищи из базовых столовых, фабрик-кухонь и ее транспортировка в буфеты-раздаточные должна происходить в условиях, обеспечивающих сохранность пищевой и биологической ценности и исключающих инфицирование и снижение органолептических свойств пищи.

Отпуск пищи должен производиться в экспедициях столовых, имеющих тепловое и технологическое оборудование, необходимое для отпуска пищи. На каждую партию пищи выдается документ с указанием даты и часа отпуска. При экспедиции должна быть моечная для повторного мытья транспортировочной посуды.

Для транспортировки пищи используются маркированные термосы, термоконтейнеры, в некоторых случаях для перевозки первых блюд могут использоваться фляги. Крышки посуды должны плотно закрываться. Мелкие партии скоропортящихся продуктов и хлеба перевозят в маркированных ящиках, а молоко и молочнокислые напитки – в заводской таре. Транспортировка проводится в предельно короткие сроки на специальном транспорте, отвечающем санитарным требованиям, которые не должны использоваться для транспортировки непищевых товаров.

Буфеты-раздаточные оборудуются при промышленных предприятиях, учреждениях, учебных заведениях, где количество рабочих или учащихся небольшое и строительство столовой нецелесообразно.

Устройство и оборудование буфета-раздаточной должно проводиться в соответствии с санитарными требованиями для предприятий общественного питания с учетом поточности технологического процесса.

Ассортимент реализуемой готовой пищи и скоропортящихся продуктов согласовывается с местными органами санитарно-эпидемиологической службы и утверждается, исходя из местных условий: набора помещений, наличия оборудования для подогрева и охлаждения и пр. Ассортимент готовой пищи должен быть разнообразным по дням с учетом рекомендаций для различных профессиональных групп трудящихся.

Сроки реализации готовой пищи не должны превышать 3 ч, включая время транспортировки. При снижении температуры вторые блюда подлежат подогреванию, жидкие блюда – кипячению. Скоропортящиеся продукты подлежат хранению в холодильных установках.

Уборка помещений, мытье посуды должны проводиться в соответствии с санитарными требованиями, предъявляемыми к предприятиям общественного питания.

Трудящиеся промышленных предприятий, работающие в вечернюю или ночную смены, должны обеспечиваться горячим питанием, в связи с чем время получения готовой пищи из базовой столовой должно согласовываться со временем обеденного перерыва рабочих. Получение готовой пищи 1 раз в сутки запрещается.

Контроль за качеством пищи, соблюдение санитарного режима ежедневно проводят представители общественных организаций и здравпункта, в контакте с которыми должны работать помощники санитарного врача.

5.8.4 Санитарные требования к магазинам кулинарии

В магазинах кулинарии все более широкое распространение получает продажа населению готовых кулинарных, кондитерских изделий и полуфабрикатов, изготовленных на крупных предприятиях общественного питания» оснащенных современной техникой.

Магазины кулинарии оборудуются в жилых микрорайонах, а отделы по продаже полуфабрикатов и кулинарных изделий – в продовольственных магазинах при промышленных предприятиях и учреждениях.

Транспортировка кулинарных, кондитерских изделий и полуфабрикатов должна проводиться в металлических маркированных лотках с плотно закрывающимися крышками, в которые вкладываются сертификаты с указанием даты и часа изготовления и срока реализации. Транспортировка, хранение и реализация сырых и готовых к употреблению продуктов должны осуществляться раздельно. Для выполнения этого требования магазины оснащаются достаточным количеством холодильного оборудования. При наличии трех и более рабочих мест устанавливают холодильные камеры.

Отпуск продуктов проводится с помощью инвентаря (вилок, лопаток и пр.), должно быть достаточное количество разделочных досок.

Хранение и реализация продуктов проводится в соответствии с установленными сроками и условиями хранения.

Уборка помещений, мытье инвентаря должны проводиться с учетом общесанитарных требований, предъявляемых к предприятиям общественного питания.

5.8.5 Санитарные требования к кондитерским цехам, вырабатывающим изделия с кремом

Кондитерские цехи обычно размещаются в составе предприятий общественного питания, но могут быть и самостоятельными объектами.

Требования к санитарно-техническим системам (горячему и холодному водоснабжению, канализации, вентиляции и пр.), внутренней отделке, оборудованию предъявляются в соответствии с действующими санитарными нормами и правилами. Набор производственных и складских помещений цеха и их площади зависят от мощности цеха – количества выпускаемой в сутки продукции. Взаимное расположение помещений должно учитывать требование последовательности технологического процесса без встречных потоков сырья, готовой продукции и отходов.

Набор помещений включает:

- складские помещения для хранения суточного запаса продуктов, в их

составе – холодильная камера для хранения скоропортящихся продуктов, кладовая для муки, склад для картонной тары, склад для лотков;

- помещения для подготовки яиц – яйцебитня, помещение для распаковки, моечная для яиц;

- производственные помещения – для зачистки масла, варки сиропа, взбивания бисквита, выпечки, охлаждения и резки его, помещение для взбивания крема, отделки кремовых изделий и их упаковки, экспедиция;

- моечные для продуктов (фруктов, ягод, сухофруктов), для внутрицеховой тары и посуды, для обработки отсадочных мешочков, наконечников и мелкого инвентаря, моечная для транспортировочных лотков (оборотной тары).

К кондитерским цехам, изготовляющим изделия с кремом, предъявляются особо строгие санитарные требования в связи с тем, что в кремовых изделиях, несмотря на высокое содержание сахара, хорошо развивается стафилококк, способный вызвать пищевую интоксикацию. Задержка развития стафилококка и образование токсина происходит при концентрации сахара в водной фазе крема 60% и более. В связи с этим важной мерой профилактики интоксикаций является строгое соблюдение рецептуры кремов (таблица 5.9).

Таблица 5.9 – Концентрация сахара в водной фазе и влажность в кремах

Наименование крема	Концентрация сахара, %	Влажность, %
Масляный	75±3	14+2
Шарлотт	59+3	25+2
Заварной	47+3	40+2
Сбивной:		
сырой (безе)	72+3	27+2
заварной (безе)	69+3	30±2

Источником инфицирования крема является человек-кондитер, реже источником является сырье – масло, молоко.

Инфицирование крема, оборудования и инвентаря, контактирующих с кремом, возникает при грубом нарушении кондитерами правил личной гигиены, при нарушении санитарного режима в цехе. В связи с этим санитарно-показательными микроорганизмами являются не только бактерии группы кишечной палочки, но и коагулазоположительный стафилококк.

Подготовка сырья. После очистки наружной поверхности тары сыпучие продукты (мука, сахарный песок, крахмал) просевают через сита размером ячеек не более 2,5–3 мм вручную или на специальном оборудовании, муку, кроме того, пропускают через магнитоуловитель для освобождения от металлопримесей. Брикеты масла (высшего сорта или любительского) осмат-

ривают, зачищают. При наличии загрязнений или плесени масло не используется. Меланж (для изготовления бисквита) размораживают непосредственно перед использованием путем погружения банок в теплую воду (45–50 °С) и процеживают. Сухофрукты перебирают, моют в проточной воде, орехи очищают.

Красители и ароматизаторы, допущенные к применению, должны иметь сертификат и храниться в таре с этикеткой. Растворы красителей готовят перед употреблением.

Сырье в цех доставляется во внутрицеховой таре.

Особой обработке подлежат яйца. Меланж для приготовления крема использовать не допускается. Яйца должны быть чистыми, для приготовления крема

- не разрешается использовать яйца «тек», «бой», миражные и яйца водоплавающих птиц, яйца хозяйств, неблагополучных по туберкулезу. Яйца выборочно овоскопируют, укладывают в сетчатые корзины и подвергают тщательной санитарной обработке в четырехсекционной моечной ванне (рисунок 5.13);

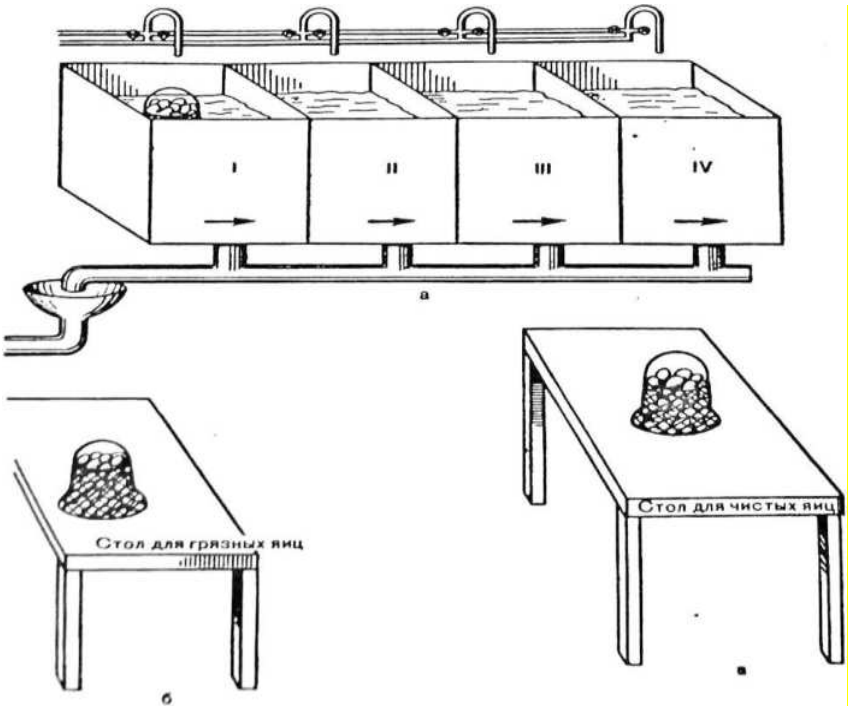
- замачивание в теплой воде в течение 5–10 мин;

- обработка 0,5% раствором кальцинированной соды или 2% раствором питьевой соды при температуре воды 40–45° С в течение 5–10 мин;

- дезинфекция в 2% растворе хлорной извести или 0,5% раствором хлорамина в течение 5 мин;

- ополаскивание чистой проточной водой в течение 5 мин.

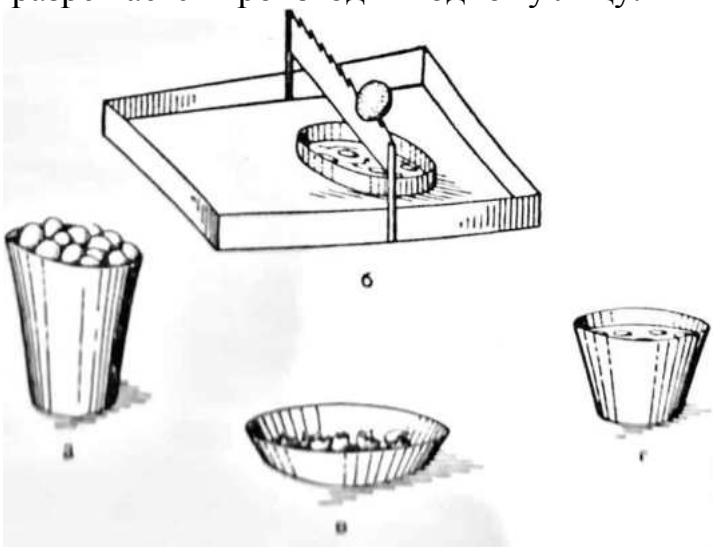
Замена растворов производится в моечных ваннах 2–3 раза в смену.



а – четырехгнездная моечная ванне; *б* – стол дли подготовки яиц к санитарной обработке; *в* – стол дли обработанных яиц

Рисунок 5.13 – Моечная яйцебитни кондитерского цеха

Яичную массу готовят путем разбивания яиц на горизонтально закрепленном ноже, под которым установлена емкость для сбора яичной массы не более чем от 5 яиц (рисунок 5.14). При отсутствии признаков порчи яичную массу выливают в другую производственную тару и процеживают на ситах с размером ячеек не более 3 мм. Санитарную обработку яиц и приготовление яичной массы не разрешается производить одному лицу.



а – бачок для яиц; *б* – горизонтальный нож; *в* – бачок для скорлупы; *г* – бачок для яичной массы

Рисунок 5.14 – Разбивание яиц в яйцебитне

Приготовление сиропа для пропитки бисквита и крема должно производиться по потребности несколько раз в смену. Готовый крем должен использоваться в данном цехе, транспортировка его в другие кондитерские цехи не разрешается. Перекладывание крема руками из одной емкости в другую или из емкости в отсадочные мешки не допускается. Взбивание бисквита и крема должно производиться на разных взбивальных машинах и в разных помещениях.

Должны соблюдаться следующие сроки хранения полуфабрикатов:

- яичная масса – не более 4 ч при 2–6 °С (для крема);
- не более 24 ч при 2–6 °С (для выпечки) ;
- сливочное масло – не более 4 ч;
- сиропы «Шарлотт»:

для пропитки бисквитов – не более 5 ч при 20–26 °С;
не более 12 ч при 2–6 °С;

- крем для массовых тортов и пирожных – не более 1 ч;
- крем для фигурных тортов – не более 2 ч;
- крем заварной из сливок – используется немедленно сбивной (сырой и заварной по изготовлении);
- крошка для обсыпки – готовится 2 раза в смену.

Готовые пирожные и торты не позднее чем через 2 ч после изготовления укладываются в металлические лотки или картонные коробки с проклад-

кой из пергамента или подпергамента и направляются в холодильные камеры, предназначенные для хранения готовой продукции. На каждый лоток и коробку наклеивается этикетка с указанием даты и часа выработки, срока реализации (таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Сроки хранения кондитерских изделий (при температуре 2–4° С)

Наименование крема	Срок хранения, ч
Торты и пирожные:	
с белково-сбивным кремом и с фруктовой начинкой	72
со сливочным кремом	36
с кремом из сливок	6
с заварным кремом	6
без отделки	72

Кремовые изделия, не реализованные в торговой сети в установленные сроки, в течение следующих 24 ч при отсутствии загрязнений и признаков порчи могут быть возвращены в цех для переработки (добавлены в тесто для выпечных изделий после зачистки от крема).

Требования к содержанию оборудования, инвентаря и помещений кондитерского цеха. Все оборудование, внутрицеховая тара, посуда, инвентарь должны быть промаркированы по ходу технологического процесса и использоваться строго по назначению, передача их с одного участка на другой запрещается.

Каждая смена должна приступить к работе, имея чистое оборудование, инвентарь. Периодичность санитарной обработки их следующая:

- поддоны и ножи для разбивки яиц – не реже 3 раз в смену;
- посуда для яичной массы – после каждого освобождения;
- бачок и венчик для сбивания яичной массы – не реже 1 раза в смену;
- банки для сиропа «Шарлотт» – после каждого освобождения;
- стол и ножи для зачистки масла – в конце смены;
- кремосбивальная машина – в конце смены;
- бачки для крема (на рабочем месте кондитера) – после каждого освобождения;
- столы для отделки тортов и пирожных – 2 раза в смену;
- внутрицеховая тара (листы, лотки) – после каждого освобождения;
- отсадочные мешки и наконечники – 2–3 раза в смену;
- металлические лотки с крышками для транспортировки пирожных – после каждого освобождения.

Все оборудование кондитерских цехов, внутрицеховая тара, инвентарь (кроме отсадочных мешков) подвергаются санитарной обработке по следующей схеме:

- ополаскивание теплой водой (35 °С);

- тщательное мытье щетками или «ершами» горячим (40–45 °С) 0,5% раствором кальцинированной соды;

- дезинфекция горячим (40–45 °С) 2% раствором хлорной извести в течение 10 мин;

- ополаскивание горячей проточной водой (65 °С) до исчезновения запаха хлора;

- просушивание.

Оборотная тара промывается по той же схеме в отдельном помещении.

Особой обработке подвергают отсадочные мешки и мелкий инвентарь, используемый при отделке пирожных и тортов:

- отделение наконечников от мешков;

- замачивание в горячей (60 °С) воде в течение часа до полного отмывания крема;

- стирка в машине или вручную в горячем (40–45 °С) 2% растворе кальцинированной соды с последующим тщательным прополаскиванием (для отсадочных мешков); наконечники и мелкий инвентарь промывают в том же растворе;

- сушка в сушильных шкафах, складывание в бюксы, стерилизация в автоклаве в течение 30 мин. При отсутствии автоклава производится кипячение в течение 30 мин от момента закипания, высушивание в специальном шкафу, складывание для хранения в чистые маркированные емкости с крышками.

Полы производственных помещений по окончании работы моют горячими щелочными растворами. Ванны и полы в яйцебитне по окончании работы промывают горячим (50–60 °С) 0,5% раствором кальцинированной соды и дезинфицируют 1% раствором хлорной извести. Для уборки помещений используют перерывы между сменами, проводят ее по окончании работы и в выходные дни. Санитарные дни следует проводить 2 раза в месяц.

5.8.6 Гигиена на предприятиях общественного питания

Предприятия общественного питания оснащены большим количеством оборудования, работа которого может оказать неблагоприятное воздействие на организм работающего – повышением уровня громкости шума, температуры и влажности воздуха. Поэтому к устройству и режиму работы оборудования предъявляются определенные технические требования и разрабатываются инструкции по эксплуатации его, с которыми знакомят работающих.

При нарушении правил работы на оборудовании, при работе на неисправных механизмах, неосторожном обращении с инвентарем работающие могут получить травмы. Чаще возникают ожоги и порезы. Нарушение целости кожных покровов может осложниться инфицированием их и развитием гнойничковых заболеваний.

Для профилактики ожогов и порезов работающие должны пользоваться исправным оборудованием, котлы для варки пищи должны иметь прочно прикрепленные ручки, ножи быть плотно насажены на рукоятку, режущие механизмы должны иметь ограждающие конструкции (мясорубки, овощерезки и пр.), открывать которые можно только при полной остановке оборудования.

Во избежание падений полы должны очищаться по мере надобности от остатков пищи и жира, проходы в производственные и другие помещения не должны загромождаться.

Схема санитарного обследования предприятий общественного питания

При проведении обследования предприятий общественного питания рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Наименование предприятия. Адрес. Ведомство.
2. Мощность предприятия, количество посадочных мест, количество работающих.
3. Ассортимент выпускаемой продукции.
4. Санитарно-техническая обеспеченность предприятия (водоснабжение, канализация, вентиляция, освещение, отопление).
5. Обеспеченность холодильным оборудованием.
6. Обеспеченность тепловым оборудованием.
7. Характеристика складских и производственных помещений (набор и взаиморасположение, состояние, отделка).
8. Характеристика бытовых помещений, характеристика помещений для посетителей.
9. Условия хранения продуктов (наличие оборудования, температурный режим).
10. Обеспеченность производственных помещений оборудованием для обработки продуктов.
11. Качество холодной обработки продуктов. Условия приготовления полуфабрикатов. Качество их, сроки и условия хранения.
12. Гигиеническая оценка тепловой обработки продуктов. Проведение вторичной тепловой обработки продуктов. Качество готовой пищи. Правильность приготовления диетических блюд. Правильность использования фритюрных жиров.
13. Правильность приготовления холодных блюд, качество их, сроки и условия хранения.
14. Разнообразие ассортимента по дням и приемам пищи. Проверка бракеражного журнала.
15. Выполнение санитарных правил мытья столовой и кухонной посуды, санитарной обработки разделочных досок и инвентаря.
16. Обеспеченность моющими и дезинфицирующими средствами. Хранение дезинфицирующих средств.
17. Достаточность уборочного инвентаря. Его маркировка и условия хранения.

6 ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДАЧИ И ОЧИСТКИ ВОДЫ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ. КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОДЫ

Трудно переоценить значение воды для человека. Она нужна для многих жизненных процессов в организме человека. С развитием техники, строительством водопроводов стала возможной подача воды для удовлетворения физиологических потребностей из отдаленных источников водоснабжения.

Одним из основных условий преобразования сельскохозяйственного производства и быта является комплексное решение вопросов производственного и хозяйственного питьевого водоснабжения, что наиболее рационально в технико-экономическом и санитарном отношении и неразрывно связано с централизацией водоснабжения, возможно лишь при строительстве водопроводных сооружений и систем. Одним из перспективных путей улучшения санитарно-технического состояния водоснабжения сельских населенных мест является строительство групповых водопроводов, предназначенных для водоснабжения сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов.

6.1 Водоснабжение – важный фактор оздоровления условий жизни в сельской местности

Удовлетворение физиологических потребностей человека в воде составляет лишь незначительную часть общих ее расходов для санитарных и хозяйственно-бытовых целей. Возможность использования достаточного количества воды способствует развитию гигиенических навыков: уходу за чистотой тела (мытье рук, пользование душем), поддержанию в чистоте жилища, предметов обихода. Поступление в населенный пункт необходимого количества воды облегчает содержание в чистоте не только индивидуальных домов, но и общественных зданий, лечебных и культурно-просветительских учреждений, а также позволяет использовать воду для полива зеленых насаждений.

Когда речь идет о водоснабжении населенного пункта, возникают одновременно сразу два взаимосвязанных вопроса о количестве и качестве подаваемой населению воды.

Рост санитарного благополучия сельских населенных пунктов, материального уровня и культурно-бытового обслуживания сельского поселения ведет к повышению потребления воды для хозяйственно-бытовых нужд.

6.2 Физиологическое значение воды

Установлено, что около 70% веса тела человека составляет вода. При среднем весе 65 кг в организме содержится 45 л воды. Две трети этого количества входят в состав клеток, примерно 10% – в состав внеклеточной жидкости и около 3 л находится в кровеносных сосудах.

Естественно, что различные ткани и органы содержат неодинаковое количество воды, например в крови ее 79,3%, в мышцах 76%, а в костной ткани (скелете) всего 22%. В жидких выделениях организма находится около 97 – 99% воды, а остальная часть приходится на соли, которые с этими выделениями вымываются из организма. Этим объясняется соленый вкус пота и слез. В сутки человек потребляет в среднем 2–2,5 л воды. Из этого количества около 1 л воды он выпивает для утоления жажды и примерно такое же количество получает с пищевыми продуктами; около 0,3 л образуется непосредственно в организме при окислении основных компонентов пищи – белков, жиров и углеводов. Выпитая вода всасывается в желудке и кишечнике и разносится кровью по всему телу.

Все сложные процессы обмена веществ в организме происходят в водной среде. Водный обмен организма неразрывно связан с солевым обменом организма. Необходимым условием нормальной жизнедеятельности является правильное соотношение между содержанием в организме воды и различных солей. Просачиваясь через органические мембраны, разделяющие ткани и отдельные клетки, вода с растворенными в ней солями движется от более слабого раствора к более концентрированному, пока концентрации этих растворов не выравниваются. Этот процесс, который называется осмосом, играет очень важную роль в жизнедеятельности организма, так как с его помощью клетки получают необходимые питательные вещества.

С особой точностью в организме поддерживается водно-солевой состав крови, который регулируется специальными системами. Когда человек пьет воду, происходит разбавление крови. Это вызывает набухание осморецепторов – особых клеток, воспринимающих изменения суммарной концентрации солей крови. При этом в нервной системе возникает сигнал о необходимости усиления выведения воды из организма.

Наоборот, если человек потерял много воды или в кровь поступил избыток солей, осморецепторы дают сигнал о необходимости экономии воды организмом. При этом уменьшается выделение воды почками, а человек начинает испытывать чувство жажды.

Какие же соли входят в состав крови и тканевой жидкости? Как известно, в водных растворах соли распадаются на катионы – частицы с положительным зарядом – и анионы – отрицательно заряженные частицы. Во внеклеточной жидкости основным катионом является натрий, а в самих клетках в качестве катиона действует преимущественно калий. Содержание в крови каждого из катионов (натрий, калий, кальций и магний) и анионов (хлориды, бикарбонаты, фосфаты и сульфаты) регулируется специальными физиологическими системами и поддерживается на постоянном уровне с очень большой точностью.

Обычно в 1 л плазмы крови человека растворено 3,3 г натрия. В некоторых случаях общее его количество в организме возрастает, что приводит к задержке соответствующего объема воды. Поэтому при некоторых заболеваниях, связанных с нарушением сердечной деятельности, назначают диету с

ограничением соли. Бессолевая диета показана также при заболеваниях почек, чтобы освободить их от излишней работы по выведению из организма избытка воды и солей.

Содержание калия в плазме крови в 30 раз меньше, чем натрия. 2% калия растворены во внеклеточной жидкости, а остальные 98% находятся в клетках. При избыточном поступлении калия в организм он сейчас же начинает усиленно выделяться почками, так как даже небольшое изменение его концентрации в организме может привести к тяжелым последствиям.

На постоянном уровне – 0,1 г в 1 л плазмы – поддерживается и содержание кальция, так как это имеет большое значение для нормального течения различных физиологических процессов – возбудимости нервных клеток, проницаемости сосудов, свертываемости крови и т.д. Избыток кальция откладывается в костной ткани, которая является так называемым депо кальция в организме, а также выделяется через кишечник. Стабильность условий внутренней среды обеспечивается также регуляцией содержания других катионов и анионов магния, фосфатов, хлоридов, бикарбонатов.

Вода не только играет важную роль в водно-солевом обмене организма, но и имеет большое значение в регуляции температуры нашего тела. Известно, что при нормальной температуре окружающего воздуха отдача тепла с поверхности тела человека происходит в основном двумя путями: конвекцией н радиацией. При конвекционном пути тепло отдается движущемуся воздуху, имеющему более низкую температуру, чем поверхность тела, а при радиационном пути теплопередачи отдача тепла происходит излучением от более нагретого тела человека в сторону поверхностей с более низкой температурой. При высокой температуре окружающего воздуха, например при работе в поле в жаркий день, отдача избыточного тепла происходит главным образом путем испарения пота. При этом происходит значительная потеря не только воды, но и необходимых организму минеральных солей. Поэтому удовлетворить возникающую в таких условиях жажду пресной водой невозможно. Чем больше человек будет пить пресной воды, тем больше он будет терять с потом солей, в основном хлористого натрия, который, как известно, способствует удержанию влаги в организме. Субъективно при этом человек испытывает чувство сильной жажды.

Существенное изменение водопотребления может наступить и при тяжелой физической работе. В этот период резко усиливаются процессы обмена веществ, так как клеткам нужно больше питательных веществ и, следовательно, нужно удалить из организма больше продуктов обмена веществ. Повышение обмена веществ приводит к усиленной выработке тепла. При этом основным путем отдачи тепла является испарение пота. Чем тяжелее работа, тем больше человек потеет. Если тяжелая физическая работа выполняется в условиях высокой температуры воздуха, путем испарения пота человек может терять в сутки более 10 л воды. Естественно, что в зависимости от влагопотери изменяется и водопотребление, которое может достигать 10–12 л в сутки.

В норме из организма выделяется в среднем 2,5 л воды, т. е. столько, сколько человек потребляет. При этом через почки выделяется около 50% воды, через легкие – 13%, через кишечник – 5%, остальная часть воды выделяется через кожу. Однако пути выведения воды могут существенно изменяться при различных условиях. При интенсивной физической работе резко увеличивается отдача воды через кожу и легкие. При высокой температуре воздуха, когда основным путем отдачи тепла является испарение пота, через кожу может выделяться до 6–10 л воды. Большие количества воды организм может терять также при некоторых заболеваниях. Человеческий организм очень тяжело переносит водное голодание. Без пищи человек может прожить до 35–40 дней, а полное лишение его воды приводит к смерти уже на 3–4-е сутки.

6.3 Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения

Эти требования сформулированы в СаНПиН 2.1.4.1074-01 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

Подача питьевой воды населению запрещается или ее использование приостанавливается в следующих случаях:

- в установленный срок действия временных отклонений от гигиенических нормативов не устранены причины, обусловливающие ухудшение качества питьевой воды;
- системой водоснабжения не обеспечиваются производство и подача населению питьевой воды, качество которой соответствует требованиям настоящих Санитарных правил, в связи с чем имеется реальная опасность для здоровья населения.

Решение о запрещении или приостановлении использования населением питьевой воды из конкретной системы водоснабжения принимается органом местного самоуправления по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории на основании оценки опасности и риска для здоровья населения, связанных как с дальнейшим потреблением воды, не соответствующей гигиеническим нормативам, так и с прекращением или приостановлением ее использования в питьевых и бытовых целях.

В случае принятия решения о запрещении или приостановлении использования питьевой воды организациями, обеспечивающими эксплуатацию системы водоснабжения, разрабатываются по согласованию с центром госсанэпиднадзора и осуществляются мероприятия, направленные на выявление и устранение причин ухудшения ее качества и обеспечение населения питьевой водой, отвечающей требованиям Санитарных правил.

О принятом решении о запрещении или приостановлении использования питьевой воды, о ее качестве, осуществляемых мероприятиях, а также о рекомендациях по действиям в данной ситуации население информируется в установленном порядке.

Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.

Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в таблице 6.1.

Таблица 6.1– Микробиологические и паразитологические показатели качества питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл <1>	Отсутствие
Общие колиформные бактерии <2>	Число бактерий в 100 мл <1>	Отсутствие
Общее микробное число <2>	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги <3>	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий <4>	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий <3>	Число цист в 50 л	Отсутствие

Примечания:

<1> При определении проводится трехкратное исследование по 100 мл отобранной пробы воды.

<2> Превышение норматива не допускается в 95% проб, отбираемых в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год.

<3> Определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.

<4> Определение проводится при оценке эффективности технологии обработки воды.

При исследовании микробиологических показателей качества питьевой воды в каждой пробе проводится определение термотолерантных колиформных бактерий, общих колиформных бактерий, общего микробного числа и колифагов.

При обнаружении в пробе питьевой воды термотолерантных колиформных бактерий и (или) общих колиформных бактерий, и (или) колифагов проводится их определение в повторно взятых в экстренном порядке пробах воды. В таких случаях для выявления причин загрязнения одновременно проводится определение хлоридов, азота аммонийного, нитратов и нитритов.

При обнаружении в повторно взятых пробах воды общих колиформных бактерий в количестве более 2 в 100 мл и (или) термотолерантных колиформных бактерий, и (или) колифагов проводится исследование проб воды для определения патогенных бактерий кишечной группы и (или) энтеровирусов.

Исследования питьевой воды на наличие патогенных бактерий кишечной группы и энтеровирусов проводится также по эпидемиологическим показаниям по решению центра госсанэпиднадзора.

Исследования воды на наличие патогенных микроорганизмов могут проводиться только в лабораториях, имеющих санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии условий выполнения работ санитарным правилам и лицензию на деятельность, связанную с использованием возбудителей инфекционных заболеваний.

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по:

- обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (таблица 6.2);

- содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (таблица 6.3);

- содержанию вредных химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека.

Таблица 6.2 – Нормативные показатели содержания вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более	Показатель вредности <1>		Класс опасности	
1	2	3	4		5	
Обобщенные показатели						
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6–9				
Общая минерализация (сухой остаток)			мг/л	1000 (1500) <2>		
Жесткость общая			мг-экв./л	7,0 (10) <2>		
Окисляемость перманганатная			мг/л	5,0		
Нефтепродукты, суммарно			мг/л	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные			мг/л	0,5		
Фенольный индекс			мг/л	0,25		
Неорганические вещества						
Алюминий (AL3+)			мг/л	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba2+)			мг/л	0,1	с.-т.	2
Бериллий (Be2+)			- " -	0,0002	- " -	1
Бор (B, суммарно)			- " -	0,5	- " -	2
Железо (Fe, суммарно)			- " -	0,3 (1,0) <2>	орг.	3
Кадмий (Cd, суммарно)			- " -	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)			- " -	0,1 (0,5) <2>	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)			- " -	1,0	- " -	3
Молибден (Mo, суммарно)			- " -	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)			- " -	0,05	с.-т.	2
Никель (Ni, суммарно)			мг/л	0,1	с.-т.	3
Нитраты (по)			- " -	45	с.-т.	3
Ртуть (Hg, суммарно)		- " -	0,0005	с.-т.	1	
Свинец (Pb, суммарно)		- " -	0,03	- " -	2	
Селен (Se, суммарно)		- " -	0,01	- " -	2	
Стронций (Sr2+)		- " -	7,0	- " -	2	
Сульфаты ()		- " -	500	орг.	4	
Фториды (F-)						
для климатических районов						

- I и II	- " -	1,5	с.-т.	2
- III	- " -	1,2		2
Хлориды (Cl-)	- " -	350	орг.	4
Хром (Cr6+)	- " -	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN")	- " -	0,035	- " -	2
Цинк (Zn2+)	- " -	5,0	орг.	3
Органические вещества				
гамма-ГХЦГ (линдан)	- " -	0,002 <3>	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	- " -	0,002 <3>	- " -	2
2,4-Д	- " -	0,03 <3>	- " -	2

Примечания:

<1> Лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив: "с.-т." - санитарно-токсикологический, "орг." - органолептический.

<2> Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

<3> Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

Таблица 6.3 – Показатели содержания вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более	Показатель вредности	Класс опасности
1	2	3	4	5
Хлор <1>				
- остаточный свободный	мг/л	в пределах 0,3 – 0,5	орг.	3
- остаточный связанный	- " -	в пределах 0,8 – 1,2	- " -	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	- " -	0,2 <2>	с.-т.	2
Озон остаточный <3>	- " -	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	- " -	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	- " -	2,0	- " -	2
Активированная кремнекислота (по Si)	- " -	10	- " -	2
Полифосфаты (по PO_4^3)	- " -	3,5	орг.	3

Остаточные количества алюминия и железосодержащих коагулянтов	- " -	см. показатели "Алюминий", "Железо" таблицы 6.2		

Примечания:

<1> При обеззараживании воды свободным хлором время его контакта с водой должно составлять не менее 30 минут, связанным хлором – не менее 60 минут.

Контроль за содержанием остаточного хлора производится перед подачей воды в распределительную сеть.

При одновременном присутствии в воде свободного и связанного хлора их общая концентрация не должна превышать 1,2 мг/л.

В отдельных случаях по согласованию с центром госсанэпиднадзора может быть допущена повышенная концентрация хлора в питьевой воде.

<2> Норматив принят в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

<3> Контроль за содержанием остаточного озона производится после камеры смешения при обеспечении времени контакта не менее 12 минут.

При обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле

$$\frac{C^1_{\text{факт.}}}{C^1_{\text{доп.}}} + \frac{C^2_{\text{факт.}}}{C^2_{\text{доп.}}} + \cdots + \frac{C^n_{\text{факт.}}}{C^n_{\text{доп.}}} \leq 1 \ , \qquad (6.1)$$

где C^1, C^2, C^n – концентрации индивидуальных химических веществ 1 и 2 класса опасности: факт. (фактическая) и доп. (допустимая).

Благоприятные органолептические свойства воды определяются ее соответствием нормативам, указанным в таблице 6.4, а также нормативам содержания веществ, оказывающих влияние на органолептические свойства воды, приведенным в таблицах 6.2 и 6.3.

Таблица 6.4 – Органолептические свойства воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	баллы	2
Привкус	- " -	2
Цветность	градусы	20 (35) <1>
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину)	2,6 (3,5) <1> 1,5 (2) <1>

Примечание:

<1> Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

Не допускается присутствие в питьевой воде различимых невооруженным глазом водных организмов и поверхностной пленки.

Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормам радиационной безопасности по показателям, представленным в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Нормы радиационной безопасности воды

Показатели	Единицы измерения	Показатели радиационной безопасности
Суммарные показатели 1)		
Удельная суммарная альфа-активность	Бк/кг	0,2
Удельная суммарная бета-активность	Бк/кг	1,0
Радионуклиды 2)		
Радон (222Rn) 3)	Бк/кг	60
SUM радионуклидов 3)	единицы	<= 1,0

Примечания:

1. При превышении показателей проводится анализ содержания радионуклидов в воде.

2. Перечень определяемых радионуклидов в воде устанавливается в соответствии с санитарным законодательством. Определение радона для подземных источников водоснабжения является обязательным.

3. При совместном присутствии в воде нескольких радионуклидов должно выполняться условие SUM(A_i / $УВ_i$) ≤1, где A_i − удельная активность *i*-го радионуклида в воде; $УВ_i$ − соответствующий уровень вмешательства согласно приложению 2а к СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)". При невыполнении условия оценка воды проводится в соответствии с санитарным законодательством.

Контроль качества питьевой воды

В соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" за качеством питьевой воды должен осуществляться государственный санитарно-эпидемиологический надзор и производственный контроль.

Производственный контроль качества питьевой воды обеспечивается индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом, осуществляющим эксплуатацию системы водоснабжения, по рабочей программе.

Индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, осуществляющее эксплуатацию системы водоснабжения, в соответствии с рабочей программой постоянно контролирует качество воды в местах водозабора, перед поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.

Количество и периодичность проб воды в местах водозабора, отбираемых для лабораторных исследований, устанавливаются с учетом требований, указанных в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Количество и периодичность проб воды в местах водозабора, отбираемых для лабораторных исследований

Виды показателей	Количество проб в течение одного года, не менее	
	Для подземных источников	Для поверхностных источников
Микробиологические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Паразитологические	не проводятся	- " -
Органолептические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Обобщенные показатели	- " -	- " -
Неорганические и органические вещества	1	4 (по сезонам года)
Радиологические	1	1

Виды определяемых показателей и количество исследуемых проб питьевой воды перед ее поступлением в распределительную сеть устанавливаются с учетом требований, указанных в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Виды определяемых показателей и количество исследуемых проб питьевой воды перед ее поступлением в распределительную сеть

Виды показателей	Количество проб в течение одного года, не менее				
	Для подземных источников			Для поверхностных источников	
	Численность населения, обеспечиваемого водой из данной системы водоснабжения, тыс. чел.				
	до 20	20 – 100	Свыше 100	до 100	Свыше 100
Микробиологические	50 (1)	150 (2)	365 (3)	365 (3)	365 (3)
Паразитологические	не проводятся			12 (4)	12 (4)
Органолептические	50 (1)	150 (2)	365 (3)	365 (3)	365 (3)
Обобщенные показатели	4 (4)	6 (5)	12 (6)	12 (6)	24 (7)
Неорганические и органические вещества	1	1	1	4 (4)	12 (6)
Показатели, связанные с технологией водоподготовки	Остаточный хлор, остаточный озон – не реже одного раза в час, остальные реагенты – не реже одного раза в смену				
Радиологические	1	1	1	1	1

Примечания:

1. Принимается следующая периодичность отбора проб воды:

(1) – еженедельно, (2) – три раза в неделю, (3) – ежедневно, (4) – один раз в сезон года, (5) – один раз в два месяца, (6) – ежемесячно, (7) – два раза в месяц.

2. При отсутствии обеззараживания воды на водопроводе из подземных источников, обеспечивающих водой население до 20 тыс. человек, отбор проб для исследований по микробиологическим и органолептическим показателям проводится не реже одного раза в месяц.

3. На период паводков и чрезвычайных ситуаций должен устанавливаться усиленный режим контроля качества питьевой воды по согласованию с центром госсанэпиднадзора.

Производственный контроль качества питьевой воды в распределительной водопроводной сети проводится по микробиологическим и органолептическим показателям с частотой, указанной в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Количество проб в месяц

Количество обслуживаемого населения, тыс. человек	Количество проб в месяц
до 10	2
10–20	10
20–50	30
50–100	100
более 100	100 + 1 проба на каждые 5 тыс. человек, свыше 100 тысяч населения

Примечание:

В число проб не входят обязательные контрольные пробы после ремонта и иных технических работ на распределительной сети.

Отбор проб в распределительной сети проводят из уличных водоразборных устройств на наиболее возвышенных и тупиковых ее участках, а также из кранов внутренних водопроводных сетей всех домов, имеющих подкачку и местные водонапорные баки.

Производственный контроль качества питьевой воды в соответствии с рабочей программой осуществляется лабораториями индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, эксплуатирующих системы водоснабжения, или по договорам с ними лабораториями других организаций, аккредитованными в установленном порядке на право выполнения исследований (испытаний) качества питьевой воды.

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за качеством питьевой воды осуществляют органы и учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы в соответствии с нормативными и методическими документами Госсанэпидслужбы России в плановом порядке и по санитарно-эпидемиологическим показаниям.

Для проведения лабораторных исследований (измерений) качества питьевой воды допускаются метрологически аттестованные методики, утвержденные Госстандартом России или Минздравом России. Отбор проб воды для анализа проводят в соответствии с требованиями государственных стандартов (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Оценка качества питьевой воды

В воде, полученной из источников природного и искусственного происхождения, всегда присутствуют примеси.

Их количественный и качественный состав определяется с помощью фотометров, электролизеров, pH-метров и множества других устройств (рисунок 6.2).



Рисунок 6.2 – Приборы для определения качества воды

Приборы измеряют физические показатели воды:

- температуру;
- соленость;
- прозрачность;
- окислительно-восстановительный потенциал (иначе редокс-потенциал или ОВП, или Eh);
- электропроводность.

Приборы-анализаторы измеряют химические свойства и состав H2O:

- водородный показатель или кислотность (PH);
- жесткость общую (GH) и временную (KH);
- содержание хлора и его соединений;
- концентрацию азота, нитратов, нитритов;
- присутствие в воде свинца, ртути, кадмия и других металлов;
- концентрацию анионов и катионов химических элементов и соединений.

Приборы, анализирующие показатели воды, разделяются по способу измерения и параметрам, которые они определяют.

Фотометр измеряет поток светового излучения, проходящий сквозь исследуемый раствор. Предварительно раствор окрашивают прилагаемым к прибору реагентом.

Насыщенность окраса пропорциональна количеству искомого вещества в растворе. В итоге фотометр указывает на концентрацию примесей в воде.

Анализатор качества воды солеметр TDS-3 (рисунок 6.3) прибор для определения количества растворённых примесей в воде, то есть уровня её за-

грязнённости (или жёсткости). Аббревиатура TDS расшифровывается как Total Dissolved Solids – общее содержание растворенных твердых веществ. TDS-метр – удобный карманный прибор, который предназначен для бытовых измерений качества воды из различных источников: мембранных или проточных фильтров, кувшинов, колодцев, скважин, бассейнов, аквариумов. Снабжен термометром. Поставляется в защитном чехле из качественного кожзаменителя с клипсой для крепления на ремне.



Рисунок 6.3 – Анализатор качества воды солеметр TDS-3

Универсальность измерительных приборов в современном мире уже не ассоциируется с посредственным качеством, ведь технологии действительно позволяют на высоком уровне реализовать в рамках одного небольшого корпуса немалое число аналитических возможностей. Распространённым примером применения такого рода устройств является исследование воды и жидких сред. Охватить сразу несколько важных параметров качества воды – EC, TDS, солёность NaCI и температуру – позволяет профессиональный портативный тестер Milwaukee MW306 MAX (рисунок 6.4).



Рисунок 6.4 – Портативный мультитестер Milwaukee MW306 MAX

Портативный мультитестер EC/TDS/NaCI/Темп MW306 MAX – это профессиональное лабораторное оборудование, разработанное для точного и стабильного измерения электропроводности, солености, температуры и общего количества растворенных твердых веществ в воде. Его можно использовать в самых различных сферах деятельности, связанных с контролем качества воды и жидких сред. Это, к примеру, поддержание стабильного качества питательного раствора в гидропонике и аквариумах или подготовка сырья для производства напитков и продуктов питания. Это и тестирование питьевой воды в бытовых условиях, и профессиональный мониторинг искусственных водоёмов и сточных вод. И, безусловно, тестер MW306 MAX Milwaukee исключительно удобен в составе систем подготовки питьевой воды.

Тестер Milwaukee MW306 MAX имеет водонепроницаемый корпус, соответствующий классу защиты IP67, и является достаточно простым в управлении. Измерения всех четырёх параметров производятся с помощью всего одного электрода, что является одной из ключевых особенностей прибора. Кроме того, умная система позволяет автоматически подстраивать оптимальное разрешение для того или иного образца. Результаты отображаются на крупном LCD-дисплее.

Ещё одна важная особенность модели MW306 MAX – возможность отправки данных, получаемых в процессе исследований, на ПК и другие электронные носители информации для их последующей обработки и анализа. Результаты измерений в объёме до 1000 журналов также можно хранить во внутренней памяти.

6.4 Выбор источника водоснабжения и санитарные мероприятия при устройстве и эксплуатации сельских водопроводов

Благодаря большому вниманию, которое уделяется улучшению условий жизни сельского населения и повышению уровня коммунального благоустройства сел, а также интенсивному развитию сельского хозяйства, на смену традиционным колодцам приходят водопроводы, которые подают воду из открытых водоемов – рек, озер, каналов, водохранилищ – или из подземных источников. При этом население получает воду через уличные водоразборные колонки, а нередко водоразборные краны имеются непосредственно в домах или на приусадебных участках.

В связи с тем, что условия сельского водоснабжения коренным образом меняются, необходимы сведения о том, как устроены водопроводы и как они должны работать, чтобы обеспечить население водой хорошего качества, как предохранить от загрязнения источники водоснабжения.

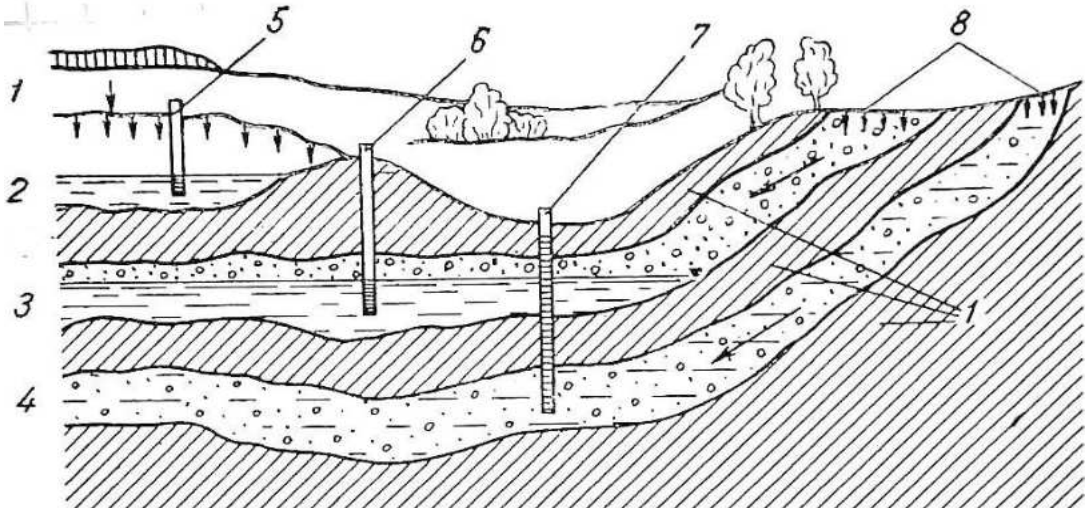
При сооружении и эксплуатации водопровода должны быть соблюдены основные санитарные требования: правильный выбор источника водоснабжения и его охрана, обеспечение необходимой очистки и обеззараживания воды, а также систематического контроля качества питьевой воды. Если в выборе источника водоснабжения и контроле качества подаваемой населе-

нию воды основная роль принадлежит органам санитарного надзора, то охрана водоисточников от загрязнения в значительной степени зависит от населения, его санитарной культуры.

При выборе источника централизованного водоснабжения предпочтение всегда отдается подземным водам. В ряде районов нашей страны есть места, очень богатые подземными водами. Подземные воды в зависимости от условий их залегания разделяются на грунтовые и межпластовые воды (рисунок 6.5).

К грунтовым относят подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта. Этот горизонт не имеет сплошного водоупорного перекрытия и грунтовые воды практически не защищены от загрязнения. Малые запасы грунтовых вод и их санитарная ненадежность делают их непригодными для использования в качестве источников централизованного водоснабжения.

Значительно отличаются от грунтовых межпластовые артезианские воды. Основным отличием этих вод, определяющим высокое их качество, особенно в бактериальном отношении, является то, что они расположены в водоносных слоях, имеющих одно или несколько водоупорных перекрытий. Обычно эти воды залегают на значительных глубинах и, фильтруясь через почву, освобождаются от бактериальных загрязнений, а также от взвешенных веществ. Так как артезианские воды, как правило, могут быть поданы населению без очистки, облегчается эксплуатация такого водопровода и существенно снижается его стоимость.



1 – водоупорные слои; 2 – грунтовые воды; 3 – водоносный горизонт межпластовых безнапорных вод; 4 – водоносный горизонт межпластовых напорных вод (артезианских); 5 – колодец, питающийся грунтовой водой; 6 – колодец, питающийся межпластовой безнапорной водой; 7 – колодец, питающийся артезианской водой; 8 – зона питания водоносных горизонтов

Рисунок 6.5 – Схема залегания подземных вод

В тех случаях, когда артезианских вод недостаточно или они по качественному составу не могут использоваться для хозяйственно-питьевого во-

доснабжения, устраиваются водопроводы из открытых водоемов – рек, озер, водохранилищ. В южных районах страны источниками централизованного водоснабжения могут служить оросительно-обводнительные каналы. Место водозабора должно располагаться выше населенного пункта по течению реки или канала и должно быть удалено от места купания и отдыха населения. Водопой скота следует устраивать на водоемах, не используемых для водоснабжения населения. Если таких водоемов нет, делают специальные лотки, отводящие воду из водоема к местам водопоя.

Вокруг места водозабора устраивается зона санитарной охраны, включающая территорию, на которой расположены водозаборные сооружения и водопроводная станция. В зону санитарной охраны входит также участок водоема на расстоянии 200 м выше и ниже места водозабора для предупреждения поступления загрязнений с берега непосредственно к водозабору.

На территории зоны санитарной охраны разрешается строительство только тех сооружений, которые непосредственно связаны с нуждами водопровода. Вся территория зоны должна быть спланирована таким образом, чтобы поверхностный сток отводился за границы этой территории и поступал в водоем ниже ее нижней границы.

Зона санитарной охраны должна иметь ограждение и сторожевую охрану. При озеленении участка следует иметь в виду, что на этой территории можно высаживать только такие растения, которые не требуют применения органических удобрений (навоз, нечистоты) и ядохимикатов.

На участке водоема, входящем в зону санитарной охраны, запрещается спуск сточных вод (даже в очищенном виде), а также бытовое использование водоема (купание, стирка белья, рыбная ловля, катание на лодках и т.д.).

Подземные источники водоснабжения – артезианские скважины – также должны иметь зоны санитарной охраны. В такую зону входят территория, на которой расположен водозабор, и все головные водопроводные сооружения (скважины и каптажи, насосные станции, установки для обработки воды, резервуары). Размеры зоны санитарной охраны артезианских скважин устанавливаются около 0,25 га, причем радиус территории должен быть не менее 30 м вокруг скважины. При использовании грунтовых вод размеры зоны санитарной охраны увеличиваются до 1 га при радиусе 50 м.

Санитарный режим на территории зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения должен быть такой же, как и на территории зоны санитарной охраны открытых источников водоснабжения. Кроме того, не разрешается размещать скважины и головные сооружения (насосы, резервуары) в жилых, производственных и других помещениях, не имеющих отношения к водопроводу.

Поскольку одним из существенных факторов загрязнения водоемов в сельской местности являются ядохимикаты, особое внимание должно быть обращено на охрану от них источников водоснабжения. При использовании ядохимикатов для защиты растений и животных от болезней, вредителей и сорняков могут загрязняться как открытые водоемы, так и подземные воды.

В источники водоснабжения ядохимикаты могут попадать при смыве их с поверхности почвы и растений дождевыми и талыми водами; при авиационной и наземной обработке полей и лесов; с дренажно-коллекторными водами, образующимися на орошаемых полях, где выращиваются различные сельскохозяйственные культуры; со сточными водами, образующимися в сельском хозяйстве в результате применения пестицидов.

Кроме того, водоемы могут загрязняться и при непосредственном внесении в них пестицидов для борьбы с личинками кровососущих насекомых (ларвициды) и с «цветением» водоемов (альгициды), для уничтожения несортовой рыбы (ихтиоциды), при санитарной подготовке ложа будущих водохранилищ (арборициды).

При использовании пестицидов в сельском хозяйстве расходуется значительное количество воды. Вода требуется для приготовления рабочих растворов ядохимикатов, для мытья аппаратуры, тары, спецодежды, транспорта, для уборки территории и помещений складов ядохимикатов, полевых аэродромов, площадок для заправки транспорта рабочими растворами. При этом образуются сточные воды, содержащие большие количества ядохимикатов, которые могут загрязнять не только открытые водоемы, но, просачиваясь через водопроницаемые грунты, попадают и в подземные водоносные горизонты.

Некоторые ядохимикаты обладают высокой устойчивостью во внешней среде, длительное время не разлагаются и могут накапливаться в почве, воде, донных отложениях. Поэтому очень важно в случаях применения ядохимикатов соблюдать определенные правила, которые позволят предохранить от загрязнения открытые и подземные водоисточники.

Для того чтобы вода в период дождей и снеготаяния не попадала с сельскохозяйственных полей в водоемы, целесообразно оборудовать отводящие каналы для поверхностного стока, а также обсаживать кустарником те участки водоема, которые население использует для хозяйственно-питьевых нужд.

Обрабатывать поля ядохимикатами можно только в том случае, если между полем и водоемом, используемым для питьевого водоснабжения, имеется защитная полоса не менее 300 м. В том случае, если территория имеет значительный уклон в сторону водоема, эту полосу следует увеличить до 600 м.

Как известно, при опыливании и опрыскивании растений пестицидами с помощью наземной аппаратуры происходит их рассеивание. Чтобы уменьшить расстояние, на которое могут при этом распространяться пестициды, опрыскивание разрешается производить тогда, когда скорость ветра не превышает 3 м/сек. Поскольку при авиационной обработке сельскохозяйственных угодий с пестицидами они рассеиваются на еще большее расстояние, чем при наземной обработке, авиаопыливание разрешается производить при скорости ветра до 2 м/сек, мелкокапельное опрыскивание – до 3 м/сек и крупнокапельное – до 4 м/сек.

Если сельскохозяйственные угодья расположены ближе 300 м от водоема, их можно обрабатывать только наземной аппаратурой. Использование в этих условиях аэрозольных генераторов или авиации не разрешается, так как при рассеивании ядохимикатов большое их количество попадает на поверхность водоема.

Для предупреждения загрязнения открытых водоемов и подземных вод все подготовительные работы с пестицидами – приготовление рабочих растворов, заправка аппаратуры и т.д. – должны проводиться на специально отведенных и оборудованных площадках. Здесь же после окончания работы следует мыть аппаратуру. Эти площадки должны быть размещены на расстоянии не менее 300 м от водоема.

Интенсивная механизация сельского хозяйства, а также перевод его на промышленную основу также могут служить причиной загрязнения водоемов. Все увеличивающийся парк автомашин, тракторов, комбайнов и другой техники влечет за собой значительное увеличение расхода различных видов горючего и смазочных масел. При их хранении, заправке транспорта и сельскохозяйственной техники может происходить загрязнение почвы нефтепродуктами, которые с ее поверхности попадают в водоемы или проникают в грунтовые воды. Нередко загрязнение воды в открытых водоемах происходит при мытье машин непосредственно в реке или озере.

В целях охраны водоемов от загрязнений, связанных с механизацией сельского хозяйства, следует особенно продуманно размещать ремонтные мастерские и места стоянок машин. Нельзя их располагать в непосредственной близости от водоисточника или на прибрежных склонах, особенно выше мест питьевого водозабора. Необходимо предусмотреть отвод специального места для мойки машин и оборудование его подачей воды и удалением стока с таким расчетом, чтобы этот сток не загрязнял водоема.

В настоящее время все большее развитие получают крупные откормочные фермы, рассчитанные на пребывание в них десятков и сотен голов скота, а также большие хозяйства по разведению водоплавающей птицы. И в том, и в другом случае необходимо проведение специальных мероприятий по защите водоемов от загрязнения, в особенности микробами, так как возбудители некоторых заболеваний, поражающих водоплавающих птиц, не менее опасны и для человека. Например, острые кишечные заболевания вызываются микробами группы сальмонелл.

Крупные свинооткормочные базы (на 100 000 голов и более) в настоящее время оборудуются наиболее совершенными очистными сооружениями для сточных вод. После улавливания крупных взвесей стоки подвергаются отстаиванию, причем твердая фаза после сушки при высокой температуре обезвреживается, брикетируется и может использоваться как удобрение. Жидкая фаза подвергается сложной системе биологической очистки, после чего может быть спущена в водоем ниже места водозабора и купания.

Серьезной причиной загрязнения водоемов могут служить сточные воды предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции, которые имеются непосредственно в колхозах и совхозах. Нередко наблюдается недостаточно квалифицированная эксплуатация местных очистных сооружений

на этих предприятиях, что приводит к спуску в водоемы плохо очищенных или совсем не очищенных сточных вод. Такое положение таит в себе серьезную опасность для населения, так как эти сточные воды, как правило, содержат значительные количества органических веществ, являющихся хорошей питательной средой для микроорганизмов, в том числе и патогенных.

В тех случаях, когда водопроводы забирают воду из открытых источников водоснабжения, приходится ее обрабатывать перед подачей в водопроводную сеть. Процесс обработки воды длителен и трудоемок. Вода открытых водоемов часто содержит много взвешенных веществ и поэтому бывает мутной. Крупные частицы, например песок, оседают быстро, а мелкая взвесь – очень медленно. Поэтому в воду добавляют специальные химические вещества – коагулянты, которые склеивают мелкие частицы в более крупные и таким образом ускоряют их оседание в специальных сооружениях – отстойниках.

В качестве коагулянта чаще всего применяют сернокислый алюминий. Из отстойников вода попадает на фильтры, где проходит через толстый слой песка, гравия, и становится чистой и прозрачной. Затем воду обеззараживают хлором и лишь после этого подают в водопроводную сеть. Появляющийся иногда в воде запах хлора объясняется тем, что на водопроводных станциях время от времени увеличивают дозу хлора. Делают это обычно в период весеннего половодья, когда в водоемы с талыми водами поступает большое количество загрязнений с поверхности почвы, а также при неблагоприятной эпидемиологической ситуации, если возникает опасность кишечных инфекционных заболеваний. Применяющиеся в этих случаях дозы хлора не вредны для организма. Специальные исследования на животных, получавших воду с высоким содержанием хлора, а также практика более чем 50-летнего использования хлора на водопроводах всего мира показали, что хлор в применяющихся концентрациях не оказывает вредного влияния на здоровье человека.

Чтобы исчез сильный запах хлора, достаточно оставить воду в открытой посуде на несколько часов или прокипятить ее.

В настоящее время все чаще устраиваются так называемые групповые водопроводы, которые снабжают водой несколько сельских населенных пунктов. Строительство групповых водопроводов не только экономически целесообразно, так как позволяет создавать одну водопроводную станцию вместо нескольких мелких станций, но дает также возможность лучше наладить эксплуатацию водопроводных сооружений и контроль за их работой. Вместе с тем нужно иметь в виду, что если длина водоводов превышает 150–200 км, качество воды может ухудшаться. Вследствие коррозии труб в воде повышается содержание железа, появляется осадок, изменяется вкус воды и, кроме того, может ухудшаться ее качество по микробиологическим показателям. Поэтому рекомендуется в случае большой протяженности групповых водопроводов устраивать на сети дополнительные станции очистки воды.

Хозяйственное освоение засушливых и полузасушливых территорий в условиях недостатка пресной воды и наличия водоисточников с соленой во-

дой при общем содержании минеральных солей 8–15 г на 1 л определило необходимость использовать различные методы ее опреснения. В настоящее время работает более 200 различных опреснительных установок, главным образом в сельских населенных пунктах. Подсчитано, что в ближайшие годы число таких установок достигнет 25 000–30 000. Наиболее перспективными для небольших населенных пунктов являются опреснительные установки с использованием электродиализного метода опреснения. Производительность электродиализных установок, выпускаемых нашей промышленностью, находится в пределах 12–1000 $м^3$ в сутки. Наиболее целесообразно их применение при опреснении соленых вод, имеющих общую минерализацию не выше 12–15 г/л. Электродиализные установки имеют ряд преимуществ, они отличаются простотой аппаратурного оформления и эксплуатации, технологический процесс осуществляется непрерывно и может быть автоматизирован, глубина обессоливания легко поддается регулированию.

Учитывая, что качество получаемой опресненной воды зависит от особенностей минерального состава исходной воды, способа ее опреснения, условий эксплуатации опреснительной станции, постоянного контроля органов санитарного надзора, только при выполнении этих условий можно обеспечить соответствие качества опресненной воды установленным санитарным требованиям.

Однако не во всех случаях целесообразно строить водопроводные станции. В небольших населенных пунктах, где потребность в воде невелика, это экономически невыгодно. Для этих условий в Академии коммунального хозяйства имени К.Д. Памфилова (Москва) создана водоочистная установка малой производительности, которая обеспечивает полную обработку воды – коагуляцию, фильтрацию и обеззараживание. Эта установка заводского изготовления, получившая название «Струя», рассчитана на обработку от 25 до 100 $м^3$ воды в сутки. Установка хорошо очищает мутные воды с большим содержанием взвешенных веществ. «Струя» может применяться для водоснабжения небольших населенных пунктов и отдельно стоящих объектов (больниц, лагерей, домов отдыха и т.д.).

Санитарно-техническое состояние водопроводных колонок может оказать значительное влияние на качество воды в сети. Каждая водопроводная колонка при неправильной эксплуатации может стать источником загрязнения воды. В ряде населенных мест до сих пор имеются колонки системы Черкунова (рисунок 6.6). Работают они следующим образом: при нажиме на рукоятку открывается клапан, пропускающий воду из водопровода, и вода по трубе поступает к потребителю. Когда рукоятку отпускают, клапан закрывается, а оставшаяся в трубе вода через отводную трубку стекает в железный бачок, который расположен на дне колодца. Без этого вода в трубе замерзнет и колонка выйдет из строя. При повторном пользовании колонкой вода из бачка засасывается в подъемную трубу благодаря установленному в ней эжектору. На место воды в бачок через воздушную трубку входит воздух.

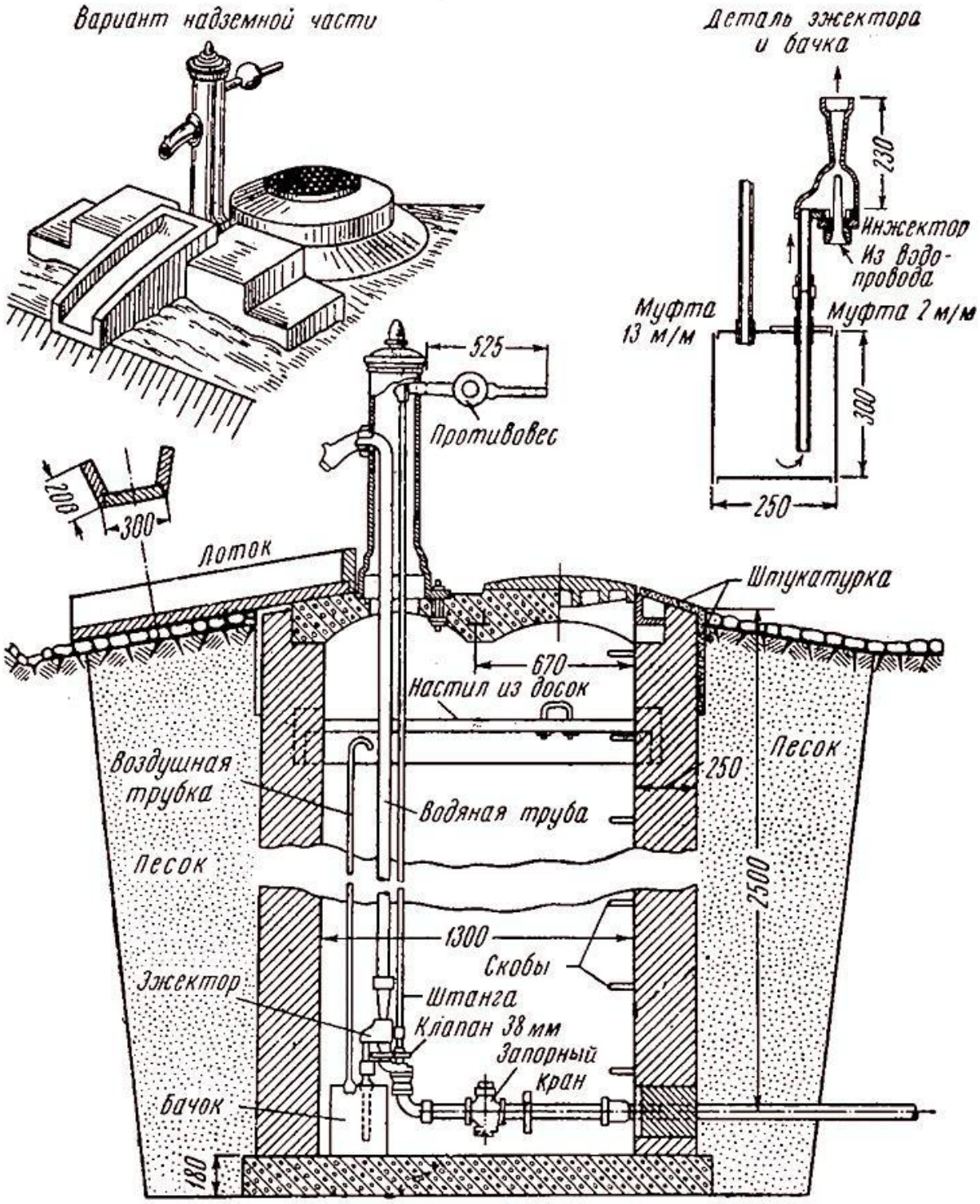


Рисунок 6.6 – Водоразборная колонка системы Черкунова

Основным недостатком колонки системы Черкунова является то, что в эжекторный бачок, а через него в колонку может поступать загрязненная вода из колодца.

В смотровой колодец вода может попадать как из почвы, если стенки и дно колодца недостаточно герметичны, так и с загрязненной поверхности земли через неплотность в крышке.

Лучшими в санитарном отношении являются колонки московского типа (рисунок 6.7).

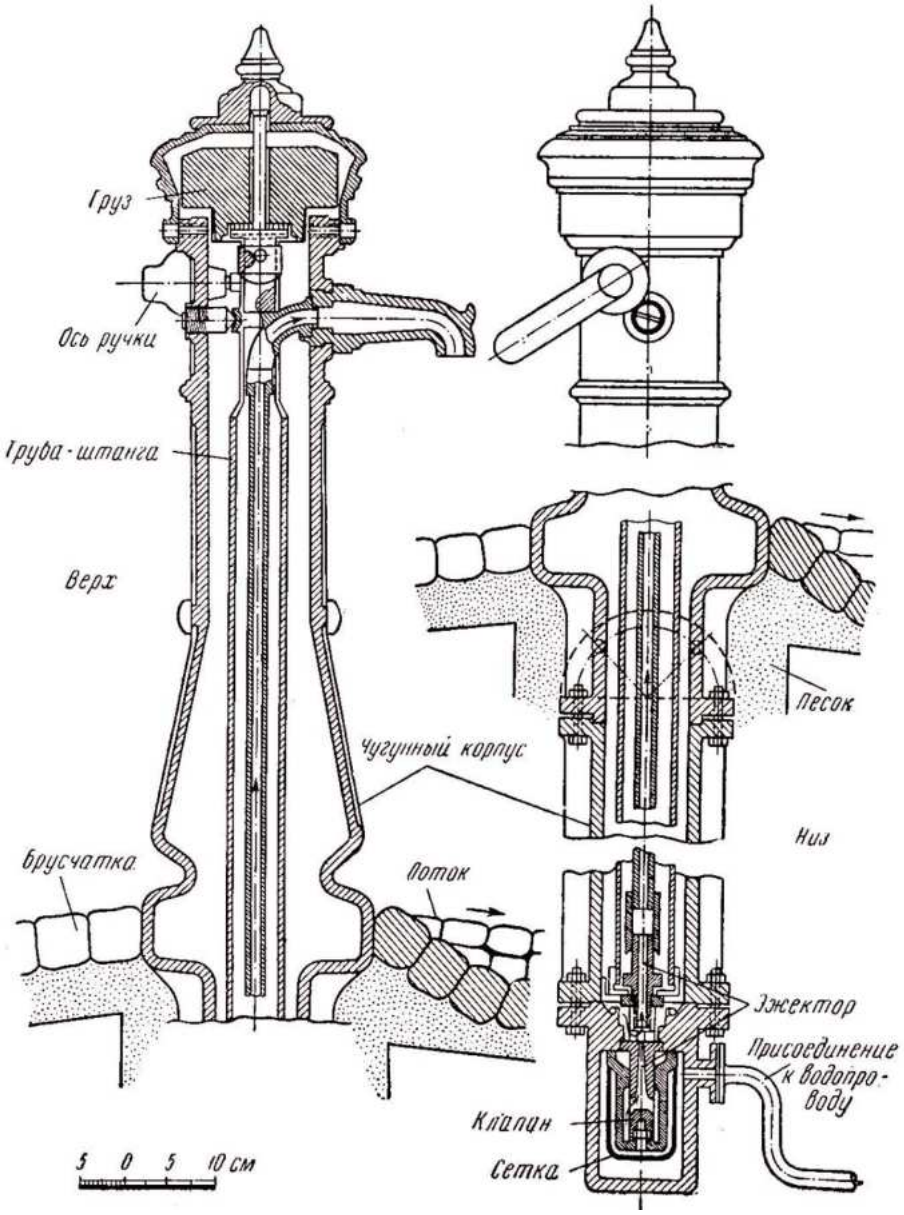


Рисунок 6.7 – Водоразборная колонка московского типа

Вода из этой колонки после прекращения ее действия сливается в подземную часть чугунного кожуха, который выполняет роль бачка в колонке системы Черкунова. Колонки московского типа часто устанавливают без колодцев.

Во избежание загрязнения воды в колонках необходимо соблюдать определенные условия их эксплуатации. Чтобы предотвратить проникновение в колонку загрязненных вод, вокруг нее должно быть устроено замощение и обеспечен отвод поверхностных вод; колодцы у колонок должны иметь водонепроницаемые стенки и крышки. В непосредственной близости к колонке запрещаются стирка белья и водопой скота.

Одной из причин, ухудшающей качество воды в водопроводной сети, является самовольное устройство отводов воды от магистрального водовода на приусадебные участки. Отводы эти нередко делаются неправильно, не имеют достаточной герметичности, могут проходить по загрязненным частям

приусадебного участка. Все это может оказаться причиной загрязнения воды, так как при снижении давления в водопроводной сети может произойти подсос загрязнений в воду. Поэтому отвод воды в дома и на приусадебные участки должен производиться только по специальному разрешению и выполняться квалифицированными мастерами.

6.5 Санитарные требования к устройству и условиям эксплуатации средств децентрализованного водоснабжения

До сих пор наиболее распространенными устройствами для получения подземных вод в сельской местности являются колодцы. Чаще встречаются трубчатые и шахтные колодцы. Более усовершенствованным типом местного водоснабжения являются трубчатые (буровые) колодцы.

Для устройства такого колодца в землю вбивают железные трубы диаметром 3–6 см до водоносного слоя, залегающего на небольшой глубине (7–10 м). На конце трубы имеются отверстия, закрытые металлической сеткой, через которые вода поступает в колодец. Поднимают воду при помощи ручного насоса (рисунок 6.8).

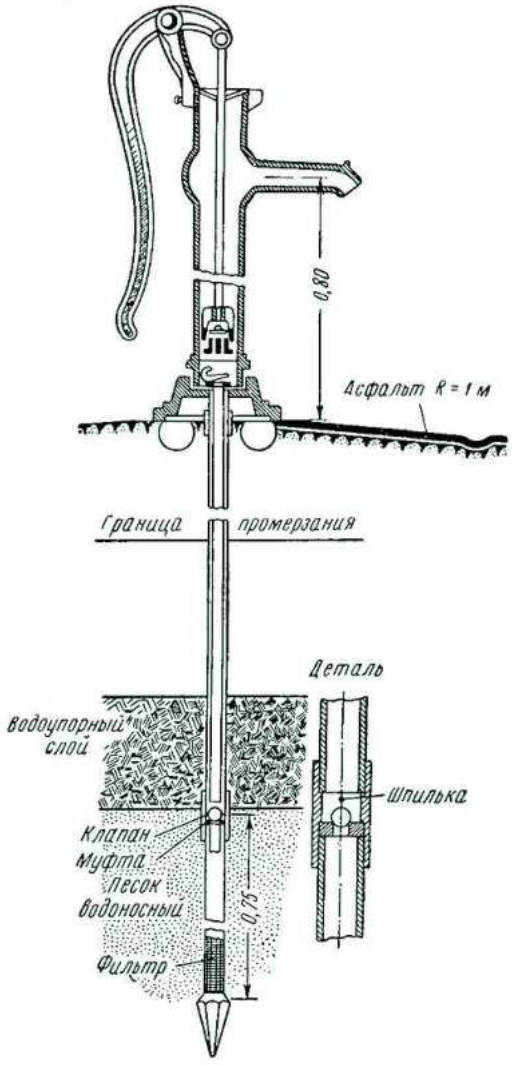
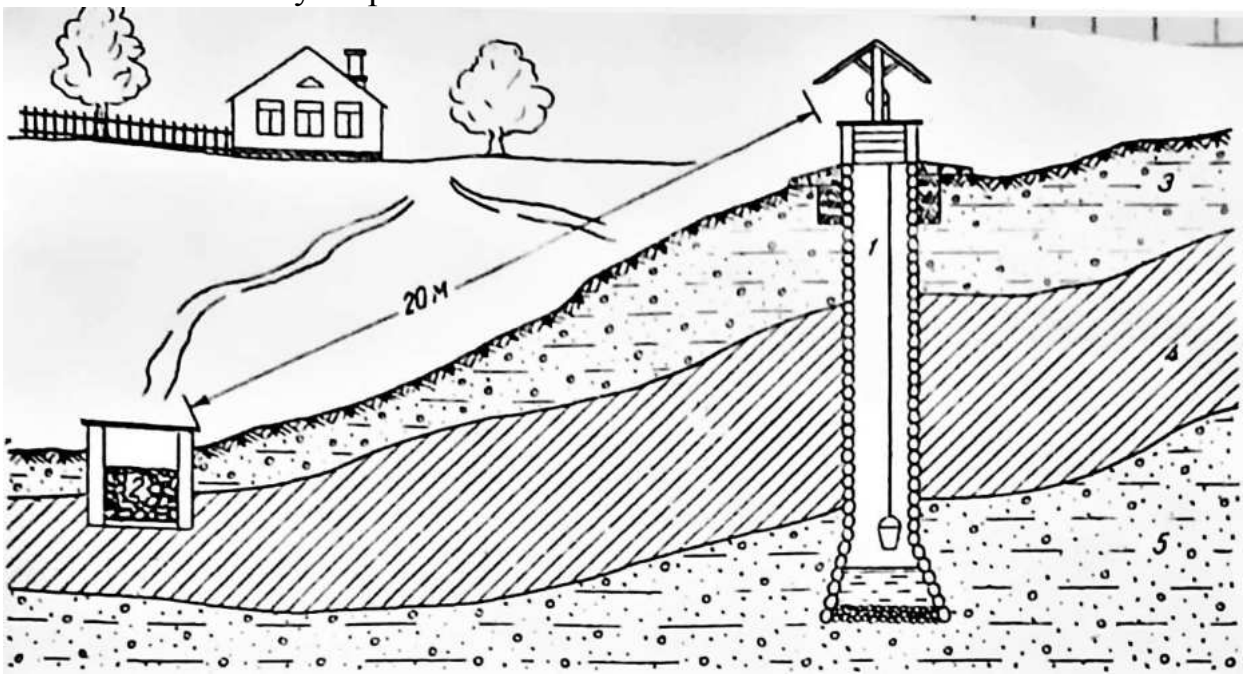


Рисунок 6.8 – Трубчатый колодец с насосной колонкой

Шахтные колодцы, при строгом соблюдении правил их строительства и эксплуатации, также могут давать чистую и безвредную для здоровья воду.

Качество колодезной воды будет в значительной степени зависеть от правильного выбора места для устройства колодца. Лучше всего выкопать колодец на возвышенном участке, который не затопляется во время паводков и сильных ливней и удален от уборных, выгребных ям, скотных дворов и сточных канав не менее чем на 20 м (рисунок 6.9). Не рекомендуется располагать общественные колодцы в местах большого скопления людей и домашнего скота, например посреди базарной площади или на обочине дороги у оживленных проезжих улиц, т.е. на участках, где почва подвергается наиболее сильному загрязнению.



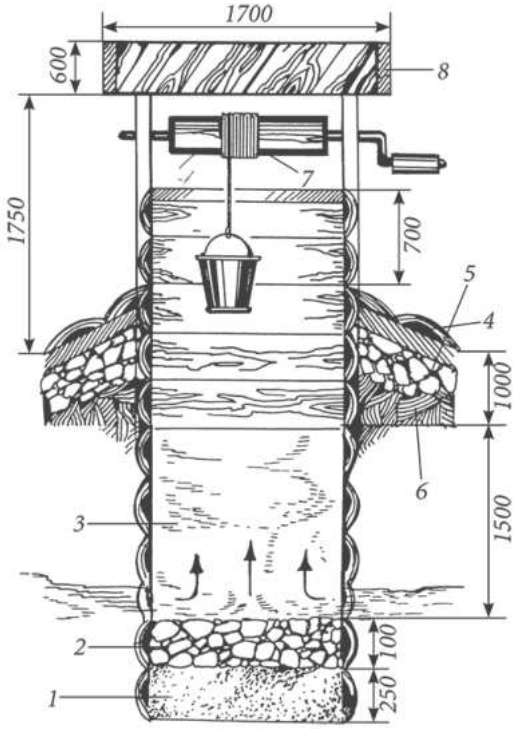
1 – шахтный колодец; 2 – выгребная яма;
3 – поверхностный незащищенный водоносный слой; 4 – водоупорный глиняный слой; 5 – защищенный водоносный горизонт

Рисунок 6.9 – Правильное расположение шахтного колодца

Для облицовки шахтного колодца рекомендуется использовать бетонные или железобетонные кольца, так как они наиболее надежно защищают воду от попадания в нее загрязнений из почвы, особенно с ее поверхностных слоев. Если этих материалов нет, можно сделать деревянный сруб из наиболее прочных пород деревьев: лиственницы, сосны, ольхи, вяза. Бревна для сруба нужно выбирать из неповрежденного дерева, диаметр их должен быть не менее 15 см. Перед использованием бревна выдерживают около полугода для того, чтобы они хорошо просохли.

Чтобы предотвратить попадание в колодец поверхностных загрязненных вод, сруб колодца должен возвышаться над землей приблизительно на 1 м. Вокруг колодца нужно уложить слой жирной, хорошо промятой и послойно утрамбованной глины на глубину 1,5–2 м и ширину 0,5 м. Слой этот, называемый «глиняным замком», преграждает доступ загрязненным водам.

Поверх «глиняного замка» делают отмостку – бетонный настил с уклоном в сторону от колодца (рисунок 6.10).



1 – песок; 2 – щебень (гравий); 3 – уровень воды; 4 – отмостка; 5 – гравий; 6 – глиняный замок; 7 – ворот; 8 – навес

Рисунок 6.10 – Деревянный шахтный колодец (размеры указаны в миллиметрах)

Чтобы в воде не было мути, дно колодца засыпают слоем гравия, а нижнюю часть сруба колодца делают в виде раструба или шатра. Такие шатровые срубы значительно увеличивают накопление воды в колодце; при этом вода не становится мутной даже во время усиленного водоразбора. Колодец должен иметь крышку и навес. Совершенно недопустимо брать воду из общественного колодца ведром, приносимым из дома. Как уже отмечалось, известны случаи, когда жители, в доме которых находились больные, черпая воду собственным ведром, заносили в колодец возбудителей брюшного тифа, дизентерии и других кишечных инфекционных заболеваний. Вот почему каждый шахтный колодец должен иметь общественное ведро.

В непосредственной близости от колодца категорически запрещается поить скот.

Важным условием, обеспечивающим доброкачественность колодезной воды, является правильная эксплуатация колодца. После окончания строительства или ремонта колодца, а также в том случае, когда колодезной водой долго не пользовались, необходимо произвести дезинфекцию колодца.

Дезинфекцию колодца как сооружения нужно отличать от хлорирования самой волы в колодце. Это отдельные стадии дезинфекции и путать их не следует. Перед дезинфекцией колодца вначале нужно откачать воду, затем очистить колодец от строительного мусора и загрязнений и протереть или

обильно обрызгать стенки 3% раствором очищенной хлорной извести. Для приготовления такого раствора 300–400 г сухой хлорной извести нужно развести в ведре воды. После того как колодец вновь наполнится до первоначального уровня, в него заливают раствор хлорной извести, приготовленный из расчета 1 кг извести на 1 $м^3$, или 80–100 ведер воды.

Определить объем воды в колодце несложно. Для этого площадь зеркала воды нужно умножить на высоту столба воды, которую замеряют, опустив в колодец шест или веревку с грузом. По длине смоченного конца устанавливают высоту столба воды. Площадь зеркала воды в колодце определяется измерением двух его сторон. Расчет объема воды в колодце производится следующим образом: предположим, что глубина воды в колодце 7 м, а ширина каждой из двух сторон сруба 1 м. Следовательно, площадь зеркала воды 1 $м^2$. Умножив 7 м на 1 $м^2$, получим объем воды в колодце – 7 $м^3$. В 7 $м^3$ воды 7000 л. Свежей хлорной извести нужно 400 мг на 1 л. Следовательно, на 7000 л нужно 2 800 000 мг, или 2 кг 800 г.

Раствор для дезинфекции готовят так: хлорную известь тщательно растирают в небольшом количестве воды до образования кашицы, затем переливают в ведро, добавляют воды, хорошо перемешивают и дают отстояться. Приготовленный белый раствор заливают в колодец и перемешивают шестами в течение 10–15 минут. После этого колодец закрывают крышкой на 6–8 часов. Брать воду в это время нельзя. Через 6–8 часов после дезинфекции колодца нужно откачивать воду до тех пор, пока не исчезнет запах и привкус хлора.

При проведении хлорирования нужно следить за качеством хлорной извести, которое в значительной степени зависит от длительности и способа хранения. Хорошая хлорная известь имеет вид порошка и сильно пахнет хлором. Долго и неправильно хранимая, подмоченная или впитавшая влагу из воздуха известь теряет запах, лишается дезинфицирующих свойств, превращается в кашицу. Действующей активной частью хлорной извести является активный хлор. В среднем в хлорной извести содержится 20–25% активного хлора. Таким образом, только 1/5–1/4 хлорной извести является действующей. Количество активного хлора резко падает при длительном и неправильном хранении хлорной извести. Об эффективности хлорирования можно судить по запаху. Если после дезинфекции вода совершенно не пахнет хлором, необходимо повторить хлорирование, приблизительно втрое уменьшив дозу хлора. После окончательной дезинфекции воду откачивают, пока привкус хлора не исчезнет.

Дезинфекция колодца должна производиться под руководством медицинского работника. Следует помнить, что улучшить качество воды только при помощи одной дезинфекции колодца – без предварительной очистки и ремонта – нельзя. Чистить колодец необходимо ежегодно, так как с течением времени дно его заиливается, вода начинает портиться и может издавать неприятный запах. Кроме того, в колодец могут попасть различные предметы, которые разлагаются, загнивают.

При чистке колодца, особенно глубокого, нужно соблюдать осторожность во избежание несчастных случаев. Следует проверить, не скопились ли на дне колодца вредные газы. Для этого в колодец опускают ведро с зажженной свечой. Если в колодце есть газы, свеча гаснет. Нужно проверить также, хорошо ли укреплен ворот, крепок ли канат. Человек, спускающийся для чистки колодца, должен обвязать себя толстой веревкой у пояса и под мышками.

Для облегчения чистки колодца при его устройстве следует на дно насыпать слой чистого крупного песка, гравия или щебня.

При возникновении в населенном пункте кишечных инфекционных болезней, а также при плохом санитарном состоянии колодца может возникнуть опасность ежедневного заражения воды. При этом в качестве временной меры до прекращения вспышки кишечных инфекционных заболеваний или до приведения колодца в надлежащее санитарное состояние целесообразно ежедневно хлорировать воду в колодце.

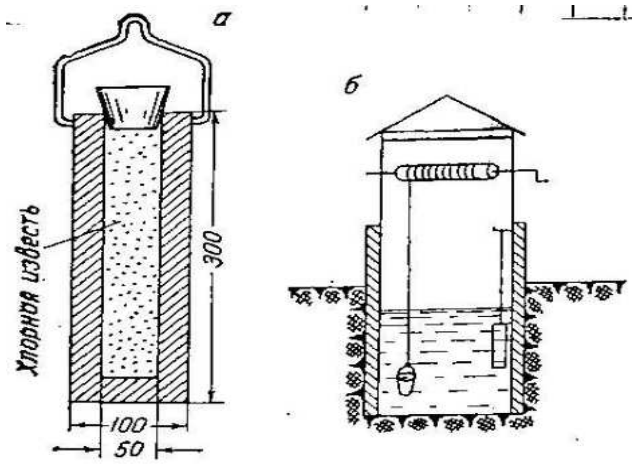
Доза активного хлора требуется во много раз меньше, чем при хлорировании колодца как сооружения – не 100–150, а 2–4–5 мг на 1 л. Однако для того, чтобы хлорирование воды было достаточно эффективным, следует более точно определять необходимую дозу хлора. Делается это так: в три стакана наливают по 200 мл воды из колодца. В первый стакан наливают пипеткой.

Однако нужно учитывать, что необходимый эффект хлорирования воды в колодце может быть достигнут только при строгом соотношении дозы хлора и объема обеззараживаемой воды. Поскольку вода из колодца постоянно отбирается, а на ее место поступает новая вода из водоносного горизонта, концентрация хлора будет снижаться. Поэтому раствор хлорной извести в колодце приходится систематически добавлять, что представляет определенные трудности.

В последние годы разработан метод непрерывного хлорирования воды колодцев с помощью так называемых дозирующих патронов. Их изготовляют из специальной пористой керамики (шамотная глина), наполняют хлорной известью, закрывают резиновой пробкой и подвешивают в колодце примерно на 0,5 м ниже уровня воды (рисунок 6.11).

Через пористые стенки сосуда активный хлор поступает в воду и обеспечивает ее обеззараживание в течение 30–90 дней. Длительность работы патрона зависит от его емкости и объема воды в колодце. Когда концентрация активного хлора в воде снижается, нужно заполнить его свежей хлорной известью и дезинфекция может быть продлена. «Дозирующие патроны» продаются в магазинах дезинфекционных средств.

Необходимо иметь в виду, что процесс обеззараживания воды нельзя доверять случайным людям. Проводить обеззараживание воды при помощи «дозирующих патронов» разрешается только общественным санитарным инспекторам под контролем работников санитарно-эпидемиологических станций.



а – дозирующий патрон для хлорирования воды в колодце; *б* – способ помещения дозирующего патрона при дезинфекции воды в колодце

Рисунок 6.11 – Способ непрерывной дезинфекции колодезной воды хлором

Одним из основных методов обеззараживания воды в домашних условиях является кипячение. Кипячение воды в течение 5–10 минут обеспечивает гибель возбудителей кишечных инфекционных заболеваний.

Серьезное внимание должно быть обращено на обеспечение доброкачественной водой полевых станов. Источником водоснабжения полевого стана может служить шахтный колодец, родник или ключ, надежно защищенный от загрязнений. При отсутствии источника воды на месте полевой стан можно снабжать привозной водой, например из водопровода ближайшего населенного пункта. Если водопроводов поблизости нет, можно брать воду из открытых водоемов – рек, озер, прудов. Для забора воды должен быть отведен участок выше места купания, полоскания белья, водопоя скота. Использовать эту воду для питья можно только после кипячения или обеззараживания.

Если берега и дно водоема состоят из водопроницаемых пород (песок, галька), можно устроить так называемый инфильтрационный колодец (рисунок 6.12). Его роют в 10–15 м от берега. Вода в таком колодце чище, чем в реке, так как она фильтруется через водопроницаемый слой песка и гальки.

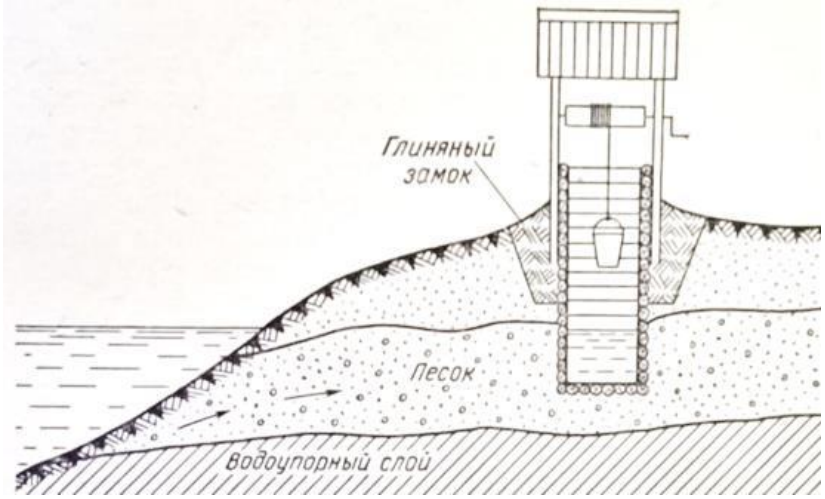


Рисунок 6.12 – Инфильтрационный колодец

Место для устройства инфильтрационного колодца должно быть расположено выше возможных источников загрязнения.

В полевых условиях воду можно обеззаразить 1% раствором хлорной извести. Для изготовления такого раствора берут 10 г свежей хлорной извести (3 чайные ложки) и растирают в небольшом количестве воды до образования кашицы. Затем добавляют еще воду с таким расчетом, чтобы получился 1 л раствора. Его переливают в бутыль, взбалтывают и фильтруют. Для обеззараживания одного ведра воды достаточно взять 2 столовые ложки 1% раствора хлорной извести. Хлорированную таким образом воду можно использовать для питья через 30–40 минут. Раствор хлорной извести нужно хранить в темном месте, в плотно закрытой бутыли и использовать в течение 3–5 дней.

Под постоянным контролем должно находиться обеспечение кипяченой водой детских учреждений – яслей, детских садов, школ. Кипяченая вода должна храниться в закрытых эмалированных или оцинкованных бачках, используемых только для этой цели. Необходимо иметь в виду, что кипяченая вода может загрязняться при хранении. Поэтому нужно периодически мыть бачки, а кипяченую воду менять в них каждые 6–8 часов.

Существует очень простой способ, как отличить сырую воду от кипяченой. Для этого надо налить четверть стакана воды, добавить в нее половину чайной ложки (5 г) поваренной соли и хорошо встряхнуть. В сырой воде при взбалтывании образуются многочисленные мелкие пузырьки. В кипяченой воде, простоявшей более 12 часов, их не будет.

6.6 Нормы и расчетный расход водопотребления

Потребители воды подразделяются на следующие основные группы:

а) население (хозяйственно-питьевое водоснабжение);

б) животноводство;

в) полив сельхозкультур; полив и мойка территорий населенных пунктов (тротуары, проезды и т.д.);

г) производственные процессы (мойка автомобилей, приготовление бетона, пищевых продуктов и т.д.);

д) санитарно-технические устройства (умывальники, душевые и т.д.);

е) тушение пожаров.

Потребность в воде различных потребителей характеризуется *нормой водопотребления (расходом воды)* q_i. Норма водопотребления населения $q_н$ и животноводства $q_{ж}$ – это объем воды, потребляемой одним жителем или соответственно, животным в сутки в среднем за год в литрах (л/сут).

Таблица 6.9 – Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения

Степень благоустройства жилой застройки	Норма водопотребления населения, л/сут
Здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией без ванн	125–160
То же, с ваннами и местными водонагревателями	160–230
То же, с централизованным горячим водоснабжением	230–350

Примечания:

1. Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя следует принимать 30–50 л/сут.

2. Удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях (по классификации, принятой в СП 44.13330), за исключением расходов воды для домов отдыха, санитарно-туристских комплексов и детских оздоровительных лагерей, которые должны приниматься согласно СП 30.13330 и технологическим данным.

3. Количество воды на нужды промышленности, обеспечивающей население продуктами, и неучтенные расходы при соответствующем обосновании допускается принимать дополнительно в размере 10–20% суммарного расхода на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта.

4. Для районов (микрорайонов), застроенных зданиями с централизованным горячим водоснабжением, следует принимать непосредственный отбор горячей воды из тепловой сети в среднем за сутки 40% общего расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и в час максимального водозабора– 55% этого расхода. При смешанной застройке следует исходить из численности населения, проживающего в указанных зданиях.

5. Удельное водопотребление в населенных пунктах с числом жителей свыше 1 млн чел. допускается увеличивать при обосновании в каждом отдельном случае и согласовании с уполномоченными государственными органами.

6. Конкретное значение нормы удельного хозяйственно-питьевого водопотребления принимается на основании постановлений органов местной власти.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут.}m}$, м^3/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте следует определять по формуле

$$Q_{\text{ж}} = \frac{\sum q_{\text{ж}} N_{\text{ж}}}{1000}, \qquad (6.2)$$

где $q_{\text{ж}}$ – удельное водопотребление, принимаемое по таблице 6.9;

$N_{\text{ж}}$ – расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства. Расчетные расходы воды в сутки

наибольшего и наименьшего водопотребления $Q_{\text{сут.}m}$, м^3/сут, следует определять:

$$Q_{\text{сут.}max} = К_{\text{сут.}max} Q_{\text{сут.}m}\ , \quad Q_{\text{сут.}min} = К_{\text{сут.}min} Q_{\text{сут.}m}\ . \qquad (6.3)$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления $К_{\text{сут.}}$, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, принимать равным:

$$К_{\text{сут.}max} = 1{,}1 - 1{,}3; \quad К_{\text{сут.}min} = 0{,}7 - 0{,}9.$$

Расчетные часовые расходы воды $q_{\text{ч}}$, м^3/ч, должны определяться по формулам:

$$q_{\text{сут.}max} = К_{\text{ч.}max} Q_{\text{сут.}max}\ , \quad q_{\text{сут.}min} = К_{\text{ч.}min} Q_{\text{сут.}min}\ . \qquad (6.4)$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $К_{\text{ч.}}$ следует определять из выражений:

$$К_{\text{ч.}max} = \alpha_{max}\beta_{max}, \qquad К_{\text{ч.}min} = \alpha_{min}\beta_{min}\ , \qquad (6.5)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимаемые α_{max}=1,2 – 1,4; α_{min} =0,4 – 0,6;

β – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Значение коэффициента β в зависимости от численности жителей

Коэффициент	Численность жителей, тыс. чел.																
	До 0,1	0,15	0,2	03	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
$\boldsymbol{\beta_{max}}$	4,5	4	3,5	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\boldsymbol{\beta_{min}}$	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1

Примечания:

1. Коэффициент β при определении расходов воды для расчета сооружений, водоводов и линий сети следует принимать в зависимости от численности обслуживаемых жителей, а при зонном водоснабжении – от численности жителей в каждой зоне.

2. Коэффициент β_{max} следует принимать при определении напоров на выходе из насосных станций или высотного положения башни (напорных ре-

зервуаров), необходимого для обеспечения требуемых свободных напоров в сети в периоды максимального водоотбора в сутки максимального водопотребления, а коэффициент β_{min} – при определении излишних напоров в сети в периоды минимального водоотбора в сутки минимального водопотребления.

Расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий должны приниматься в зависимости от покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий по таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий

Назначение воды	Единица измерения	Расход воды на поливку, л/м^2
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 мойка	1,2–1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 поливка	0,3–0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	1 поливка	0,4–0,5
Поливка городских зеленых насаждений	1 поливка	3–4
Поливка газонов и цветников	1 поливка	4–6
Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах	1 сут	15
Поливка посадок в стеллажных зимних и грунтовых весенних теплицах, парниках всех типов, утепленном грунте	1 сут	6
Поливка посадок на приусадебных участках овощных культур	1 сут	3–15
Поливка посадок на приусадебных участках плодовых деревьев	1 сут	10–15

Примечания:

1. При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя следует принимать 50–90 л/сут в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других местных условий.

2. Количество поливок следует принимать 1–2 в сутки в зависимости от климатических условий.

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды и пользование душами на промышленных предприятиях должны определяться в соответствии с требованиями СП 30.13330, СП 56.13330.

При этом коэффициент часовой неравномерности водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды на промышленных предприятиях следует принимать:

2,5 – для цехов с тепловыделением более 80 кДж (20 ккал) на 1 $м^3$/ч;

3 – для остальных цехов.

Расходы воды на содержание и поение скота, птиц и зверей на животноводческих фермах и комплексах должны приниматься по ведомственным нормативным документам.

Расходы воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий должны определяться на основании технологических данных.

Распределение расходов по часам суток в населенных пунктах, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях следует принимать на основании расчетных графиков водопотребления.

При построении расчетных графиков следует исходить из принимаемых в проекте технических решений, исключающих совпадение по времени максимальных отборов воды из сети на различные нужды (устройство на крупных промышленных предприятиях регулирующих емкостей, пополняемых по заданному графику, подача воды на поливку территории и на заполнение поливочных машин из специальных регулирующих емкостей или через устройства, прекращающие подачу воды при снижении свободного напора до заданного предела, и т.п.).

Расчетные графики отборов воды на различные нужды, производимых из сети без указанного контроля, должны приниматься совпадающими по времени с графиками хозяйственно-питьевого водопотребления.

Удельное водопотребление для определения расчетных расходов воды в отдельных жилых и общественных зданиях при необходимости учета сосредоточенных расходов следует принимать в соответствии с требованиями СП 30.13330.

Таблица 6.12 – Расчетные расходы воды и стоков для санитарно-технических приборов

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/ч			Расход стоков от прибора, л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
	общий q_0^{tot}	холодной q_0^c	горячей q_0^h	общий $q_{0,hr}^{tot}$	холодной $q_{0,hr}^c$	горячей $q_{0,hr}^h$	q_0^s	подводки	отвода
1 Умывальник, рукомойник с водоразборным краном	0,1	0,1	-	30	30	-	0,15	10	32
2 То же, со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	0,15	10	32
3 Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном и колонка лабораторная водоразборная	0,15	0,15	-	50	50	-	0,3	10	40
4 Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	1,0	10	40
5 Мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	280	220	1,0	15	50
6 Ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	1,1	10	40
7 Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	-	300	300	-	1,1	15	40
8 Ванна медицинская со смесителем условным диаметром, мм: 20	0,4	0,3	0,3	700	460	460	2,3	20	50
25	0,6	0,4	0,4	750	500	500	3	25	75
32	1,4	1	1	1060	710	710	3	32	75
9 Ванна ножная со смесителем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	0,5	10	40

10 Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	0,2	10	40
11 Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	0,6	10	40
12 Душ в групповой установке	0,2	0,14	0,14	500	270	230	0,2	10	50
13 Гигиенический душ (биде)	0,08	0,05	0,05	75	54	54	0,15	10	32
14 Нижний восходящий душ	0,3	0,2	0,2	650	430	430	0,3	15	40
15 Колонка в мыльне с водоразборным краном холодной или горячей воды	0,4	0,4	-	1000	1000	-	0,4	20	-
16 Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	-	83	83	-	1,6	8	85
17 Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	-	81	81	-	1,4	-	85
18 Писсуар	0,035	0,035	-	36	36	-	0,1	10	40
19 Писсуар с полуавтоматическим смывным краном	0,2	0,2	-	36	36	-	0,2	15	40
20 Питьевой фонтанчик	0,04	0,04	-	72	72	-	0,05	10	25
21 Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	0,3	15	-
22 Трап с условным диаметром, мм:									
50	-	-	-	-	-	-	0,7	-	50
100	-	-	-	-	-	-	1,1	-	100
23 Посудомоечная машина	0,2	0,2	-	9	9	-	0,15	15	20
24 Стиральная машина	0,2	0,2	-	60	60	-	1	15	20

Таблица 6.13 – Нормы водопотребления
на сельскохозяйственных фермах и комплексах

Потребитель	Расход воды на одну голову $q_{ж}$, л/сут
Коровы молочные	100
Коровы мясные	70
Быки и нетели	60
Молодняк крупного рогатого скота в возрасте до 2 лет	30
Телята в возрасте до 6 месяцев	20
Лошади рабочие, верховые, рысистые и некормящие матки	60
Лошади племенные и кормящие матки	80
Жеребцы-производители	70
Жеребята в возрасте до 1,5 лет	45
Овцы взрослые	10
Молодняк овец	6
Хряки-производители, матки взрослые	25
Свиноматки с поросятами	60
Свиноматки супоросные холостые	25
Поросята-отъемыши	5
Ремонтный молодняк	15
Свиньи на откорме	15
Куры	1
Индейки	1,5
Утки и гуси	2
Норки, соболи	3
Лисы и песцы	7
Кролики	3
В ветеринарной лечебнице на одно крупное животное	100
То же, на одно мелкое животное	50

Примечания:

1. Для молодняка птицы нормы следует уменьшить вдвое.

2. В нормы включен расход воды на мойку помещений, клеток, молочной посуды, приготовление кормов, охлаждение молока и пр.

3. На удаление навоза принимают дополнительный расход воды от 4 до 10 л на голову с учетом способа удаления.

4. Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для животных, зверей и птиц 2,5.

$q_{\text{п.м}}$ – объем воды в литрах, который необходим для полива (мойки) 1 м^2 обрабатываемой площади. Норма водопотребления производственных процессов $q_{\text{п}}$ – объем воды в литрах, затрачиваемый на изготовление единицы продукции или необходимый для работы, ремонта и обслуживания производственного оборудования (станок, трактор и т.д.).

Санитарно-технические устройства характеризуются расчетным расходом воды, q_0 в л/с, проходящей через них.

Таблица 6.14 – Нормы водопотребления в производственном секторе Б. В. Карасева

Наименование объекта и процесса	Единица измерения	Расход воды $\boldsymbol{q}_{\text{п}}$, л
Бойня крупного рогатого скота	1 животное	300
Бойня мелкого скота	То же	100
Маслозавод механизированный с пастеризацией	1 л молока	8–10
Кожевенный завод по обработке:		
овчины	1 овчина	100
кожи	1 кожа	150
Пивоваренный завод (не считая охлаждения)	1 л пива	5–8
Винокуренный завод	1 л спирта	110–150
Сахарный завод	1 кг сахарной свеклы	15
Кирпичный завод	1 тыс. шт. кирпича	700–1200
Промывка гравия и щебня вручную при средней загрязненности	1 $м^3$	1000–1500
Промывка гравия и щебня машинным способом в барабанах	1 $м^3$	500–1000
Промывка песка, гравия	1 $м^3$	1500–2000
Промывка песка в пескомойках	1 $м^3$	1250–1500
Приготовление бетона	1 $м^3$	225–325
Поливка бетона	1 $м^3$	200–400
Кирпичная кладка	1 тыс. шт. кирпича	90–180
Бутовая кладка	1 $м^3$	150–200
Мойка и заправка:		
трактора	1 ед. в сутки	400
грузового автомобиля	1 ед. в сутки	500
легкового автомобиля	1 ед. в сутки	300
Ремонт:		
трактора	1 ед. в сутки	1500
грузового автомобиля	1 ед. в сутки	700
Обслуживание станков в мастерских:		
механических	1 ед. в сутки	35
слесарных	1 ед. в сутки	20
столярных	1 ед. в сутки	20
кузнечных	1 ед. в сутки	40

При расчете объединенных сельскохозяйственных водопроводных систем на производственные нужды колхозов и совхозов (мастерские, ремонтные работы в автотракторных парках, гаражах и др.) предусматривается 30 м^3/сут на одно хозяйство.

Потребляется вода неравномерно как в течение года, так и в течение суток. Расчетным узловым или путевым расходом для определения диаметра трубопровода наружных водопроводных сетей и высоты водонапорной башни (напора насосов) *называется часовой максимальный расход* $Q_{\text{ч.макс}}$, *т.е. расход в час и в сутки с наибольшим недопотреблением.*

Системы водоснабжения и водоотведения зданий должны обеспечивать пропуск воды и отведение стоков с расходами, соответствующими расчетному числу водопотребителей или числу установленных санитарно-технических приборов.

При проектировании системы горячего водоснабжения, присоединяемой к закрытой системе теплоснабжения, расчетную температуру горячей воды на выходе из ИТП здания следует принимать равной 65 °С.

Расход воды q_0 ($\boldsymbol{q_0^{tot}}$, $\boldsymbol{q_0^h}$, $\boldsymbol{q_0^c}$), л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), отнесенный к одному прибору, следует определять:

- отдельным прибором;
- различными приборами для одинаковых водопотребителей на участке тупиковой сети;
- различными приборами для разных водопотребителей – по формуле

$$q_0 = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{0i}}{\sum_1^i N_i P_i},$$

где $P_i -$ вероятность действия санитарно-технических приборов, определяемая для каждой группы водопотребителе;

$q_{0i} -$ расход воды (общий, горячей, холодной), л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), принимаемый для каждой группы водопотребителей;

$N_i -$ число санитарно-технических приборов.

Примечания:

1. При устройстве кольцевой сети расход воды следует определять для сети в целом и принимать одинаковым для всех ее участков.

2. В жилых и общественных зданиях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать: $\boldsymbol{q_0^{tot}} = 0{,}3$ л/с, $\boldsymbol{q_0^h} = \boldsymbol{q_0^c} = 0{,}2$, л/с.

Максимальный расчетный расход воды на расчетном участке сети q ($\boldsymbol{q^{tot}}$, $\boldsymbol{q^h}$, $\boldsymbol{q^c}$), л/с, следует определять по формуле

$$q = 5 q_0 \alpha,$$

где q_0 ($\boldsymbol{q_0^{tot}}$, $\boldsymbol{q_0^h}$, $\boldsymbol{q_0^c}$) – расход воды, л/с;

$\alpha -$ коэффициент, определяемый по приложению Б СП 30.13330.2020 в зависимости от общего числа приборов *N* на расчетном участке сети и вероятности их действия Р.

При этом таблицей Б.1 СП 30.13330.2020 следует руководствоваться при $P > 0{,}1$ и ; при других значениях P и N коэффициент следует принимать по стандартам.

Примечания:

1. Расход воды на концевых участках сети следует принимать по расчету, но не меньше максимального секундного расхода воды одним из установленных санитарно-технических приборов с наибольшим расходом.

2. Расход воды на технологические нужды промышленных предприятий следует определять как наибольший из расходов воды: либо от единицы технологического оборудования, при полном несовпадении работы по времени; либо – как сумму расходов воды, совпадающих по времени работы единиц технологического оборудования.

3. Для вспомогательных зданий промышленных предприятий значение q допускается определять, как сумму расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды по формуле $q = 5q_0\alpha$ и душевые нужды – по числу установленных душевых сеток.

Вероятность действия санитарно-технических приборов P (P_{tot}, P_h, P_c) на участках сети следует определять по формулам:

а) при однотипных водопотребителях в здании, без учета изменения соотношения *U/N*

$$P = \frac{q_{hr,u}U}{q_0N\cdot 3600} \qquad \text{или } NP = \frac{q_{hr,u}U}{q_0\cdot 3600} \ ; \tag{6.6}$$

б) при отличающихся группах водопотребителей в здании

$$P_{\sum i} = \frac{\sum_1^i N_iP_i}{\sum_1^i N_i} \ . \tag{6.7}$$

Примечания:

1. При отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов в здании значение P допускается определять по формулам (6.6) и (6.7), принимая $N = U$.

2. При нескольких группах водопотребителей, для которых периоды наибольшего потребления воды не будут совпадать по времени суток, вероятность действия приборов для системы в целом допускается вычислять по формулам (6.6) и (6.7).

Для стоков системы внутреннего водоотведения максимальный расчетный расход стоков q^s, л/с определяется как сумма общего максимального расчетного расхода стоков q^{tot}, л/с, не вызывающих срыва гидравлических затворов любых видов санитарно-технических приборов (приемников сточных вод) и максимального секундного расхода от прибора с максимальным водоотведением q_0^s, л/с, по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s. \tag{6.8}$$

Средние за расчетный период удельные часовые расходы воды q_n ($\boldsymbol{q_n^{tot}}$, $\boldsymbol{q_n^h}$, $\boldsymbol{q_n^c}$), л, на расчетном участке отнесенные к одному прибору, определяются по формуле

$$q_n^{tot} = \frac{q_u^{tot} \cdot U}{T \cdot N} \ , \qquad (6.9)$$

где q_n^{tot} – общий расход воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления (принимаемый по таблице 6.14), л;

T – расчетное время, ч, потребления воды (за сутки);

U – число водопотребителей;

N – число санитарно-технических приборов.

Примечание:

При неизвестном числе санитарно-технических приборов допускается принимать число приборов N равным числу потребителей U.

Для горизонтальных отводящих трубопроводов максимальным расчетным расходом является расход q^{sL}, л/с, значение которого вычисляется в зависимости от числа санитарно-технических приборов N, присоединенных к расчетному участку трубопровода, и длины этого трубопровода L, м, по формуле

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3{,}6} + K_s q_0^s,$$

где q_{hr}^{tot} – общий максимальный часовой расход воды, м^3, на расчетном участке;

K_s – коэффициент, принимаемый по таблице 6.15;

q_0^s – расход стоков, л/с, от присоединяемого прибора с максимальной емкостью.

Таблица 6.15 – Значения K_s при L, м

№	Значения $\boldsymbol{K_s}$ при L, м, равном												
	1	3	5	7	10	15	20	30	40	50	100	500	1000
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,15	0,13
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,24	0,16	0,13
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,24	0,16	0,14
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,17	0,14
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28	0,25	0,17	0,14
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31	0,28	0,26	0,17	0,15
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31	0,29	0,27	0,18	0,15
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30	0,27	0,18	0,15
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,30	0,28	0,19	0,16
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,16
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37	0,34	0,23	0,20
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,50	0,44
100	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,77	0,71

Примечание:

За длину L принимают расстояние от последнего на расчетном участке стояка до ближайшего присоединения следующего стояка или, при отсутствии таких присоединений, до ближайшего канализационного колодца.

Расход воды (стоков), л/ч, санитарно-техническим прибором $q_{0,hr}$ ($\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{tot}}_{\boldsymbol{0},hr}$, $\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{h}}_{\boldsymbol{0},hr}$, $\boldsymbol{q}^{\mathrm{c}}_{\boldsymbol{0},hr}$) следует определять:

- при однотипных водопотребителях 5;
- при отличающихся водопотребителях – по формуле

$$q_{0,hr} = \frac{\sum_1^i N_i P_{hr,i} q_{0,hr,i}}{\sum_1^i N_i P_{hr,i}}. \qquad (6.10)$$

Примечание. В жилых и общественных зданиях, по которым отсутствуют сведения о числе и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать:

$$\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{tot}}_{\boldsymbol{0},hr} = 300 \text{ л/ч}, \ \boldsymbol{q}^{\boldsymbol{h}}_{\boldsymbol{0},hr} = \boldsymbol{q}^{\mathrm{c}}_{\boldsymbol{0},hr} = 200 \text{ л/ч}.$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов P_{hr} для системы в целом следует определять по формуле

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_0}{q_{0,hr}}. \qquad (6.11)$$

Максимальный часовой расход воды (стоков) q_{hr} ($\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{tot}}_{hr}$, $\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{h}}_{hr}$, $\boldsymbol{q}^{\mathrm{c}}_{hr}$) следует определять по формуле

$$q_{hr} = 0{,}005 q_{0,hr} \alpha_{hr}, \qquad (6.12)$$

где α_{hr} – коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов *N*, обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr}. При этом таблицей Б.1 СП 30.13330.2020 следует руководствоваться при $P_{hr} > 0{,}1$ и $N \leq 200$, при других значениях P_{hr} и N коэффициент α_{hr} следует принимать по таблице.

Примечание. Для вспомогательных зданий промышленных предприятий значение допускается определять, как сумму расходов воды на пользование душами и хозяйственно-питьевые нужды, принимаемых по числу водопотребителей в наиболее многочисленной смене.

Средний часовой расход q_T ($\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{tot}}_{T}$, $\boldsymbol{q}^{\boldsymbol{h}}_{T}$, $\boldsymbol{q}^{\mathrm{c}}_{T}$) воды за расчетное время водопотребления (сутки, смена) Т, ч, следует определять по формуле

$$q_T = \frac{\sum_1^i q_{u,i} U_i}{1000\mathrm{T}}.$$

Расход тепла Q_T^h $\left(Q_{hr}^h\right)$, кВт, на приготовление горячей воды с учетом потерь тепла подающими и циркуляционными трубопроводами следует определять:

а) в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1{,}16 q_{\text{т}}^h (t^h - t^{\text{c}}) + Q^{ht};$$

б) в течение часа максимального водопотребления

$$Q_{hr}^h = 1{,}16 q_{hr}^h (t^h - t^{\text{c}}) + Q^{ht},$$

где $q_{\text{т}}^h$ и q_{hr}^h – средний часовой и максимальный часовой расходы горячей воды, м^3/ч;

t^h – температура горячей воды в местах водоразбора или на границе балансовой принадлежности, для предварительных расчетов допускается принимать t^h =65 °С;

t^{c} – температура в системе холодного водоснабжения, при отсутствии данных следует принимать t^{c} =5 °С.

Примечание. Q^{ht} в зависимости от расположения ИТП, принятой конструктивной схемы горячего водоснабжения, диаметров подающих и циркуляционных трубопроводов, типа изоляции определяется расчетом и может составлять 20–60% q_{hr}^h. В проектной документации значение Q^{ht} ориентировочно принимают равным 30–40%.

Суточный расход воды следует определять суммированием расхода воды всеми потребителями с учетом расхода воды на поливку. Суточный расход стоков следует принимать равным водопотреблению без учета расхода воды на поливку.

В поселениях, городских округах и на предприятиях в целях экономии воды питьевого качества допускается подводить техническую воду к писсуарам и смывным бачкам унитазов. При этом следует предусматривать мероприятия, не допускающие возможность объединения систем водоснабжения питьевого и непитьевого качества (например, в разных шахтах и (или) с обязательной маркировкой цветом или любым иным способом, который позволит визуально определить различное назначение трубопроводов систем водоснабжения).

В зданиях в зависимости от их назначения следует предусматривать внутренние системы холодного водоснабжения:

- хозяйственно-питьевого;
- производственного;
- противопожарного.

Сети хозяйственно-питьевого водоснабжения при совпадении требований по качеству воды и рабочему давлению допускается объединять с производственным и противопожарным водопроводом. При этом в системе должны отсутствовать не имеющие циркуляции (застойные) участки.

Оборудование сетей производственного и противопожарного водопровода для использования в системах с водой питьевого качества должно отвечать требованиям СанПиН 2.1.2.2801.

Выбор системы холодного водоснабжения следует проводить из условий обеспечения пожарной безопасности, требований санитарно-эпидемиологических норм и правил, технико-экономической целесообразности, требований технологии производства, а также с учетом проектируемой (существующей) наружной системы водоснабжения.

При проектировании систем холодного водоснабжения необходимо предусматривать мероприятия по снижению потерь воды, шума и вибрации в помещениях в соответствии с положениями ГОСТ 12.1.003, СП 51.13330.

Системы производственного водоснабжения должны удовлетворять технологическим требованиям и не вызывать коррозии аппаратуры и трубопроводов, отложения солей и биологического обрастания труб и аппаратов.

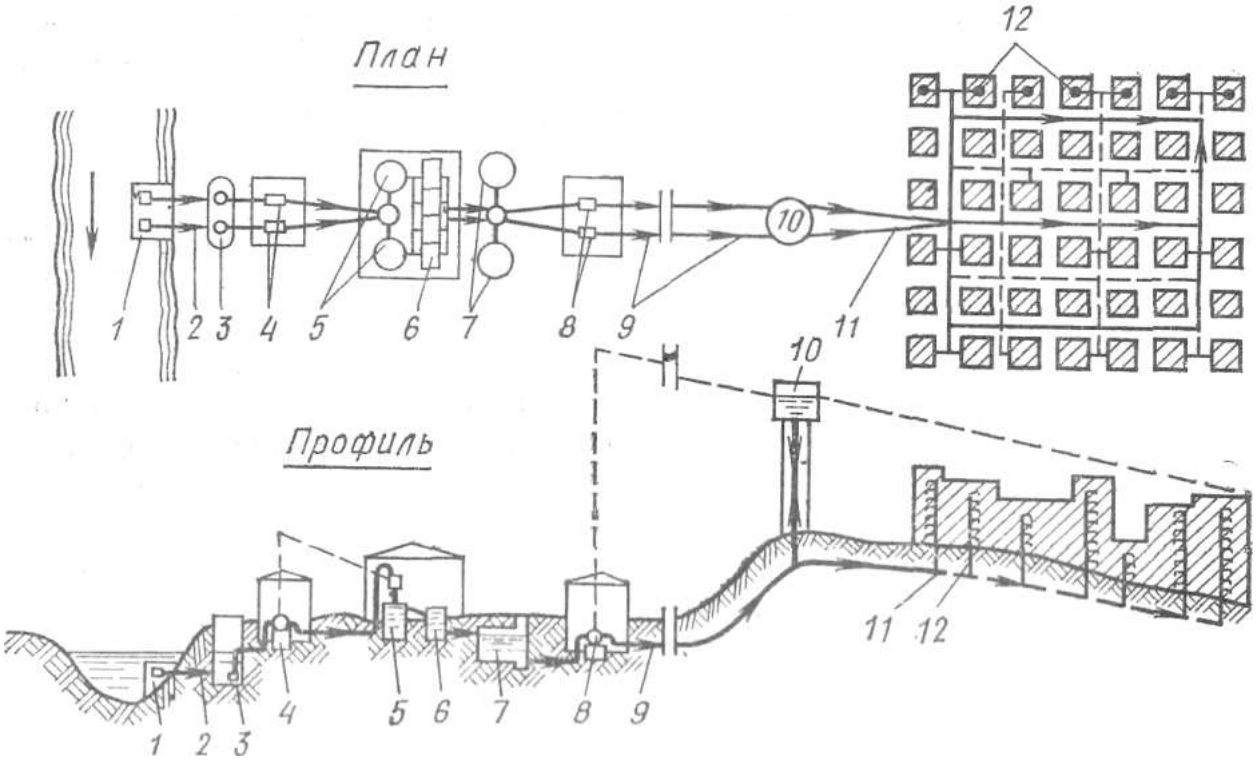
В производственных и вспомогательных зданиях для сокращения расхода воды следует предусматривать системы оборотного и повторного использования воды.

6.7 Схемы водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий

Схема водоснабжения населенного пункта зависит прежде всего от вида источника водоснабжения.

На рисунке 6.13 приведена наиболее распространенная схема водоснабжения населенного пункта с забором воды из реки. Речная вода поступает в водозаборное сооружение, из которого насосами станции I подъема подается на очистные сооружения. Очищенная вода поступает в резервуары чистой воды, откуда забирается насосами станции II подъема для подачи по водоводам и магистральным трубопроводам в водопроводную сеть, распределяющую воду по отдельным районам и кварталам населенного пункта.

На территории населенного пункта (обычно на возвышенности) сооружается *водонапорная башня*, которая, как и резервуары чистой воды, служит для хранения и аккумулирования запасов воды. Необходимость устройства башни объясняется следующими обстоятельствами. Расход воды из водопроводной сети значительно колеблется в течение суток, в то время как подача воды насосами станции II подъема относительно равномерна. В те часы суток, когда насосы подают в сеть воды больше, чем ее расходуется, излишек поступает в водонапорную башню; в часы максимального расходования воды потребителями, когда расход, подаваемый насосами, недостаточен, используется вода из башни. Водонапорная башня, расположенная в противоположном от насосной станции конце города, называется *контррезервуаром.* При наличии вблизи населенного места значительного естественного возвышения вместо водонапорной башни сооружают *наземный водонапорный резервуар.*



1 – водоприемник; 2 – самотечная труба; 3 – береговой колодец; 4 – насосы станции I подъема; 5 – отстойники; 6 – фильтры; 7 – запасные резервуары чистой воды; 8 – насосы станции II подъема; 9 – водоводы; 10 – водонапорная башня; 11 – магистральные трубопроводы; 12 – распределительные трубопроводы

Рисунок 6.13 – Схема водоснабжения населенного пункта

При использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод схема водоснабжения значительно упрощается. В этом случае очистные сооружения обычно не нужны – подземные воды часто не требуют очистки. В некоторых случаях не устраивают также резервуаров чистой воды и насосной станции II подъема, так как вода может подаваться в сеть насосами, установленными в буровых скважинах.

Иногда населенный пункт снабжается водой из двух или более источников – *водоснабжение с двухсторонним или многосторонним питанием.*

При расположении источника водоснабжения на значительной высоте по отношению к населенному пункту, когда возможна подача воды из источника без помощи насосов – самотеком, устраивают гравитационный водопровод.

Промышленные предприятия, отличающиеся значительным разнообразием технологических операций, потребляющие для отдельных процессов воду различного качества, требующие подачи ее под различными напорами, имеют сложные схемы водоснабжения.

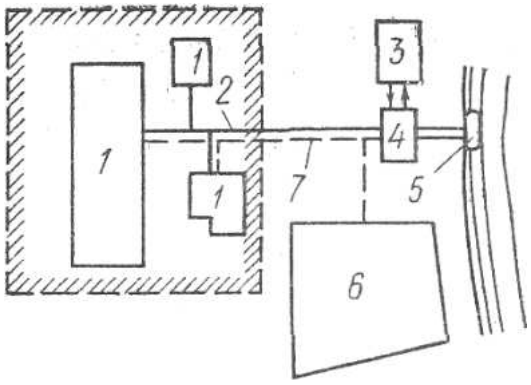
При расположении вблизи промышленного предприятия поселка для них устраивают единый хозяйственно-противопожарный водопровод.

В районах, где имеется много относительно близко расположенных предприятий, применяют групповые системы водоснабжения. Устройство групповых (или районных) систем позволяет сокращать число очистных сооружений, насосных станций, водоводов и тем самым уменьшать строительную и эксплуатационную стоимость системы.

Промышленные предприятия, расположенные на территории современного города, обычно получают хозяйственно-питьевую воду непосредственно из городского водопровода.

Водоснабжение промышленных предприятий может быть прямоточным, оборотным и с последовательным использованием воды.

На рисунке 6.14 приведена схема *прямоточного водоснабжения* промышленного предприятия. Насосная станция 4, расположенная вблизи водозаборного сооружения 5, подает воду для производственных целей в цехи 1 по сети 2. Для хозяйственно-противопожарных нужд поселка 6 и цехов 1 насосная станция 4 подает воду в самостоятельную сеть 7. Предварительно воду очищают на очистных сооружениях 3.



1 – цеха; 2 – сеть; 3 – очистные сооружения; 4 – насосная станция; 5 – водозаборное сооружение; 6 – поселок

Рисунок 6.14 – Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия

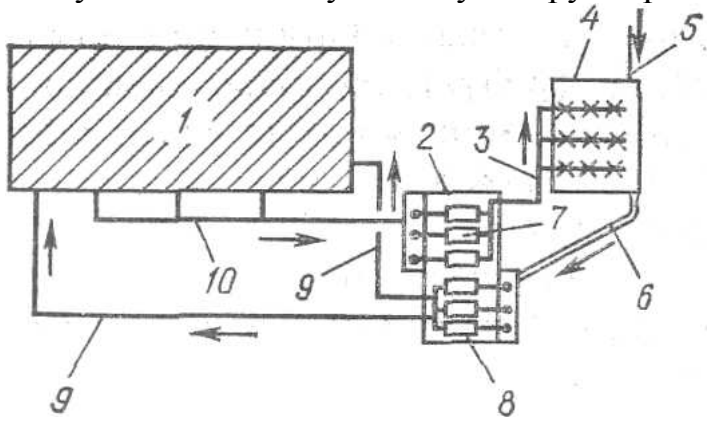
Нередко для производственных целей требуется подача воды различного качества и под разными напорами. В этом случае устраивают две или несколько самостоятельных сетей.

Воду, использованную в технологическом процессе, удаляют в канализационную сеть и после соответствующей очистки сбрасывают в водоем ниже по течению относительно объекта водоснабжения.

На ряде промышленных предприятий (химические, нефтеперерабатывающие, металлургические заводы, ТЭЦ и пр.) воду применяют для целей охлаждения, и она почти не загрязняется, а только нагревается. Такую производственную воду, как правило, используют вновь, предварительно охладив ее.

На рисунке 6.15 приведена схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия. Нагревшуюся воду по самотечному трубопроводу 10 подают к насосной станции 2, откуда насосами 7 перекачивают по трубопро-

воду 3 на специальные сооружения 4, предназначенные для охлаждения воды (брызгальные бассейны или градирни). Охлажденную воду по самотечному трубопроводу 6 возвращают на насосную станцию 2 и насосами 8 по напорным трубопроводам 9 направляют в цехи предприятия 1. При оборотном водоснабжении часть воды (3–5% общего расхода) теряется. Для восполнения потерь воды в систему подают «свежую» воду по трубопроводу 5.



1 – цехи предприятия; 2 – насосная станция; 3, 5, 6 – трубопровод; 4 – специальные сооружения, предназначенные для охлаждения воды (брызгальные бассейны или градирни); 6 – поселок; 7 – насосы; 8 – насосы; 9 – напорные трубопроводы; 10 – самотечный трубопровод

Рисунок 6.15 – Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия

Оборотное водоснабжение экономически выгодно, когда промышленное предприятие расположено на значительном расстоянии от источника водоснабжения или на значительном возвышении по отношению к нему, так как в этих случаях при прямоточном водоснабжении будут велики затраты электроэнергии на подачу воды. Также выгодно устраивать оборотное водоснабжение, если расход воды в водоеме мал, а потребности в производственной воде велики.

Схему водоснабжения с последовательным (или повторным) использованием воды применяют в тех случаях, когда воду, сбрасываемую после одного технологического цикла, можно использовать во втором, а иногда и в третьем технологическом цикле промышленного предприятия. Воду, использованную в нескольких циклах, удаляют затем в канализационную сеть. Применение такой схемы водоснабжения экономически целесообразно, когда необходимо сократить расход «свежей» воды.

Приток к грунтовым колодцам. Если колодец доходит до водонепроницаемого подстилающего слоя, то колодец называют совершенным. Если колодец не доходит до водонепроницаемого подстилающего слоя, – он называется несовершенным. При решении задач будем рассматривать только совершенные колодцы.

Артезианский колодец. Если водоносный пласт расположен между двумя водонепроницаемыми слоями, то грунтовая вода, насыщающая этот пласт, обычно находится под давлением, превышающим атмосферное. Та-

кой водоносный пласт называется артезианским, а колодец, прорезающий этот пласт, называется артезианским. Будем полагать в дальнейшем, что водонепроницаемый подстилающий слой горизонтальный, а мощность водоносного пласта *t* постоянная (рисунок 6.16).

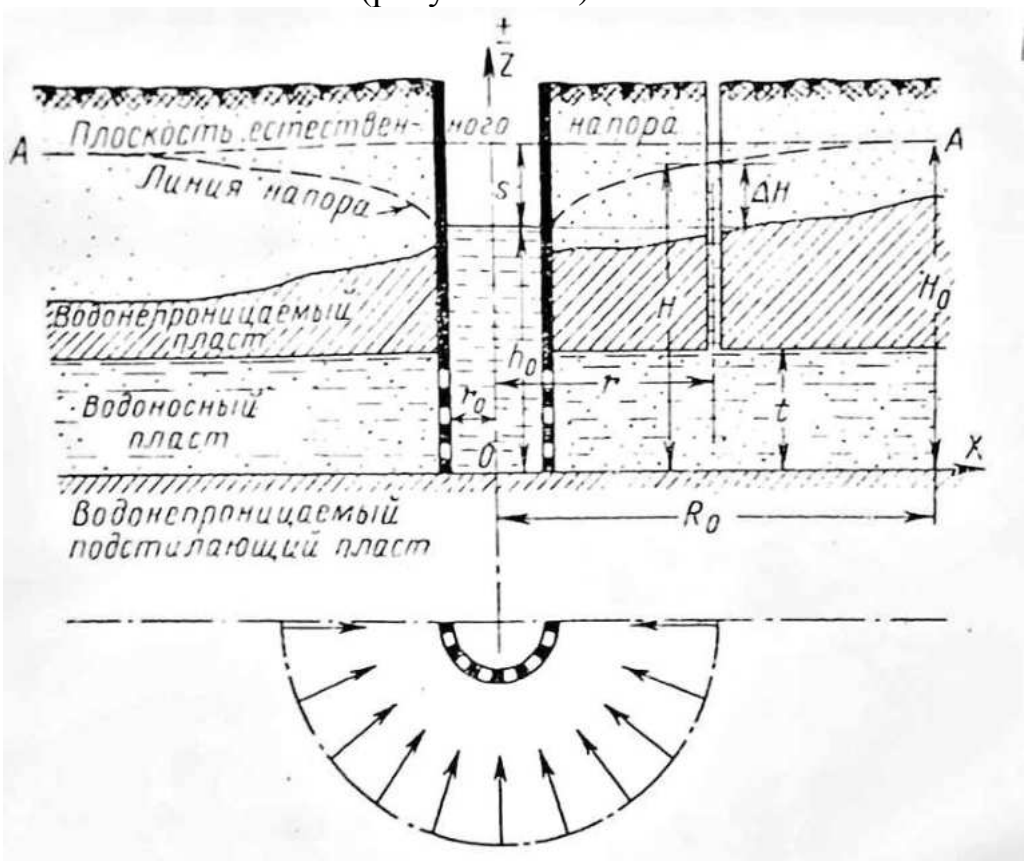


Рисунок 6.16 – Артезианский колодец

Уравнение для построения линии напоров имеет следующий вид:

$$H - h_0 = 0{,}37\frac{Q}{kt} lg \frac{r}{r_0}, \qquad (6.13)$$

где $H -$ напор в рассматриваемом сечении, отстоящем на расстоянии r от оси колодца;

$h_0 -$ глубина воды в колодце;

$Q -$ расход (дебит) колодца;

$k -$ коэффициент фильтрации;

$t -$ мощность водоносного пласта;

$r_0 -$ радиус колодца.

Если рассматриваются два произвольных сечения на расстояниях r_1 и r_2 от оси колодца, то уравнению (6.13) можно придать следующий вид:

$$H_2 - H_1 = 0{,}37\frac{Q}{kt} \lg \frac{r_2}{r_1},$$

где H_1 и $H_2 -$ соответственно напоры на расстояниях r_1 и r_2 от оси колодца.

Расход (дебит) артезианского совершенного колодца вычисляется по формуле

$$Q = 2{,}73\frac{kt(H_0-h_0)}{\lg\frac{R_0}{r_0}},$$

где H_0 – мощность водоносного пласта в естественных условиях;

R_0 – радиус действия колодца, т.е. радиус цилиндрической поверхности, где уже не наблюдается понижения напора и $H = H_0$.

При заданной глубине откачки $s = H_0 - h_0$ дебит артезианского совершенного колодца может вычисляться также по формуле

$$Q = 2{,}73\frac{kts}{\lg\frac{R_0}{r_0}}.$$

Обыкновенный грунтовой колодец (скважина). Уравнение кривой свободной поверхности дли совершенного грунтового колодца имеет вид

$$h^2 - h_0^2 = 0{,}73\frac{Q}{k}\lg\frac{r}{r_0},$$

где h – глубина грунтового потока на расстоянии r от оси колодца (рисунок 6.17).

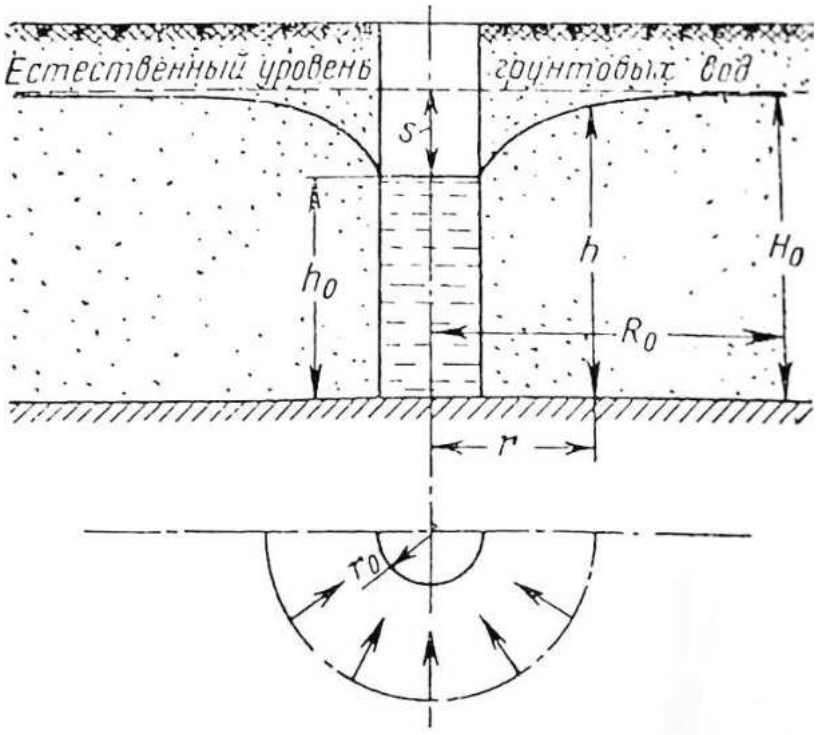


Рисунок 6.17 – Обыкновенный грунтовой колодец (скважина)

Для произвольных сечений, отстоящих на расстояниях r_1 и r_2 от оси колодца, формула может быть записана в следующем виде:

$$h_2^2 - h_1^2 = 0{,}73\frac{Q}{k}\lg\frac{r_2}{r_1},$$

где h_1 и h_2 – соответственно глубины грунтового потока на расстояниях r_1 и r_2 от оси колодца.

Дебит совершенного грунтового колодца находится по формуле

$$Q = 1{,}36\frac{k(H_0^2 - h_0^2)}{\lg\frac{R_0}{r_0}},$$

где все обозначения ясны из предыдущего.

Радиус действия колодца может быть вычислен по эмпирическим формулам, приводимым в соответствующих справочниках.

Для предварительных расчетов при отсутствии опытных данных радиус действия R_0 принимают обычно в следующих пределах:

$R_0 = 100–200$ м – для мелкозернистых грунтов;

$R_0 = 250–500$ м – для среднезернистых грунтов;

$R_0 = 700–1000$ м – для крупнозернистых грунтов.

При выводе уравнений предполагалось, что в первом граничном створе (рисунок 6.19) глубина h совпадает с глубиной воды в колодце, т.е. $h = h_0$. Теоретические исследования и опыты показывают, что в действительности кривая депрессии выклинивается выше уровня воды в колодце, поэтому глубина h_0' у его стенки в граничном сечении больше h_0. Следовательно, между уровнем воды в колодце и местом выхода кривой депрессии у стенки колодца существует так называемый промежуток высачивания δ.

Неучёт промежутка высачивания δ при подсчете дебита совершенного грунтового колодца не отражается на величине вычисленного расхода и формула

$$Q = 1{,}36\frac{k(H_0^2 - h_0^2)}{\lg\frac{R_0}{r_0}}$$

дает точные результаты.

При построении кривой депрессии промежутком высачивания δ по рекомендации Р.Р. Чугаева можно пренебречь, когда глубина воды в колодце h_0 достаточно велика; при $h_0 < 0{,}5H$ неучет промежутка высачивания приведет к сильному искажению кривой депрессии в ее концевой части.

Ниже приводится расчет кривой депрессии с учетом промежутка высачиваиия.

Группа водосбросных колодцев. В рассматриваемом случае задача является более сложной, чем при расчете одиночного колодца, так как каждый колодец группы оказывает влияние на остальные.

При одновременной работе всех колодцев, когда расходы Q, откачиваемые из этих колодцев, одинаковы, уравнение депрессионной воронки имеет следующий вид:

$$h^2 = H_0^2 - 0{,}73\frac{Q_0}{k}\left[\lg R_0 - \frac{1}{n}\lg(r_1 r_2 r_3 \dots r_n)\right] =$$
$$= H_0^2 - 0{,}73\frac{Q_0}{k}\left[lgR_0 - \frac{1}{n}\sum \lg r\right],$$

где $h -$ глубина фильтрационного потока в любой точке депрессионной поверхности;

H_0 – мощность водоносного пласта в естественных условиях;

$R_0 -$ радиус влияния для групповой установки, принимаемый обычно таким же, как радиус действия для одиночного колодца;

$Q_0 -$ общий расход установки, т.е. расход, откачиваемый насосами из всех колодцев;

$k -$ коэффициент фильтрации;

$n -$ число одновременно работающих колодцев;

$r_1 r_2 r_3 \dots r_n -$ расстояние от точки, где определяется глубина потока h, до центров соответствующих колодцев.

Это уравнение справедливо, когда расстояния $r_1 r_2 r_3 \dots r_n$ рассматриваемой группы колодцев пренебрежимо малы по сравнению с радиусом влияния для групповой установки R_0. Общий расход установки $Q_0 = nQ$, где $Q -$ расход каждого колодца, равный $Q = \frac{Q_0}{n}$.

Рассматриваемое уравнение может быть использовано для определения глубины воды в любом колодце группы, например h_{01}:

$$h_{01} = \sqrt{H_0^2 - 0{,}73\frac{Q_0}{k}\left[\lg R_0 - \frac{1}{n}\lg(r_{01} r_2 r_3 \dots r_n)\right]},$$

где $r_{01} -$ радиус рассматриваемого, например первого колодца.

6.8 Режим водопотребления

Потребление воды населением в течение года неравномерно. Так, летом ее расходуют больше, чем зимой, в предвыходные дни больше, чем в остальные дни недели. Отношение суточного расхода в дни наибольшего водопотребления $Q_{max\,сут}$ к среднему суточному расходу $Q_{\text{ср.сут}}$ называют *коэффициентом суточной неравномерности водопотребления:*

$$K_{\text{сут}} = \frac{Q_{max\,сут}}{Q_{\text{ср.сут}}}.$$

Величина $K_{\text{сут}}$ зависит от степени благоустройства зданий. С увеличением степени благоустройства коэффициент суточной неравномерности уменьшается.

На промышленных предприятиях коэффициент суточной неравномерности хозяйственно-питьевого водопотребления принимают равным единице, т.е. считают, что водопотребление равномерно в течение года. Неравномерность потребления производственной воды зависит от принятой техно-

логии, количества вырабатываемой продукции, а для некоторых производств – от времени года. Последнее относится прежде всего к производствам, расходующим воду на охлаждение. Коэффициент суточной неравномерности потребления производственной воды устанавливают технологи соответствующих производств.

В течение суток потребление воды также неравномерно: ночью оно меньше, чем днем. Колебание потребления воды по часам суток зависит от расчетного числа жителей. Чем меньше населенный пункт, тем эта неравномерность больше. Потребление воды изменяется и в течение часа. Однако для упрощения расчетов условно считают, что в течение часа потребление воды остается неизменным.

Отношение часового расхода в часы наибольшего (максимального) водопотребления $Q_{max\,ч}$ к среднему часовому расходу называют *коэффициентом часовой неравномерности водопотребления:*

$$K_{ч} = \frac{Q_{max\,ч}}{Q_{ср.ч}}.$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для населенных пунктов принимают в зависимости от нормы водопотребления. Коэффициент часовой неравномерности хозяйственно-питьевого водопотребления на промышленных предприятиях принимают равным 2,5 или 3. Коэффициент часовой неравномерности потребления воды для производственных нужд может быть различным и зависит от технологии.

Режим водопотребления, т.е. изменение расхода воды по часам суток, принято представлять в виде таблиц или графиков. Графики водопотребления бывают ступенчатыми и интегральными. На рисунке 6.18 приведен ступенчатый график водопотребления. На этом графике по оси ординат отложены значения часового расхода в процентах суточного расхода. Иногда часовой расход выражают не в процентах, а в кубических метрах.

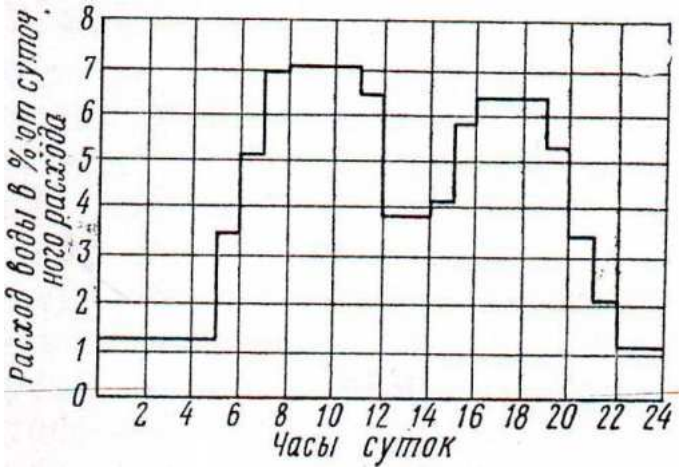


Рисунок 6.18 – Ступенчатый график водопотребления

Как видно из рисунка 6.18, в течение суток вода расходуется неравномерно. На интегральном графике по оси ординат откладывают расход воды также в процентах суточного расхода, но нарастающим итогом за все часы, начиная от начала суток.

6.9 Определение расчетных расходов и свободного напора воды

Расчетные расходы. Сооружения водопровода должны иметь пропускную способность, достаточную для всего расчетного срока его действия. За *расчетный расход* принимают расход в часы максимального водоразбора суток с наибольшим водопотреблением.

Расчетный суточный (средний за год) расход воды, м^3/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяют по формуле

$$Q_{\text{ср.сут}} = \frac{q_{\text{ж}} N}{1000},$$

где $q_{\text{ж}}$ – норма водопотребления;

N – расчетное число жителей.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, м^3/сут, определяют по формулам:

$$Q_{max\ сут} = K_{max\ сут} Q_{\text{ср.сут}};$$

$$Q_{min\ сут} = K_{min\ сут} Q_{\text{ср.сут}},$$

где $K_{max\ сут}$ и $K_{min\ сут}$ – максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности, зависящие от режима работы предприятий, степени благоустройства зданий, режима водопотребления по сезонам года и дням недели; $K_{max\ сут}$ =1,1–1,3; $K_{min\ сут}$= 0,7–0,9.

Расчетные часовые расходы воды, м^3/ч, определяют по формулам:

$$q_{max\ ч} = \frac{K_{max\ ч} Q_{\text{ср.сут}}}{24};$$

$$q_{min\ сут} = \frac{K_{min\ ч} Q_{\text{ср.сут}}}{24},$$

где $K_{max\ ч}$ и $K_{min\ ч}$ – максимальный и минимальный коэффициенты часовой неравномерности, определяемые по формулам:

$$K_{max\ ч} = \alpha_{max} \beta_{max};$$

$$K_{min\ ч} = \alpha_{min} \beta_{min},$$

где $\alpha -$ коэффициент, зависящий от степени благоустройства зданий и режима работы предприятий; α_{max} =1,2–1,4; α_{min} = 0,4–0,6;

$\beta -$ коэффициент, зависящий от числа жителей в населенном пункте; β_{max} = 1–4,5; β_{min} = 0,01–1.

Расчетный расход воды на производственные нужды принимают по данным технологов.

Свободный напор. Напор в наружной водопроводной сети должен обеспечивать подачу воды с некоторым запасом *(остаточным напором* $h_{\text{ост}}$*)* в самую высокую и наиболее удаленную от наружной сети водоразборную точку внутри здания (рисунок 6.19). Этот напор, м, называют *свободным* $H_{\text{св}}$ или *необходимым:*

$$H_{\text{св}} = H_{\text{г}} + h_{\text{пот}} + h_{\text{ост}} ,$$

где $H_{\text{г}} -$ геометрическая высота подачи воды от поверхности земли до самой высокой водоразборной точки, м;

$h_{\text{пот}} -$ потери напора во внутренней сети; вводе и водомерном узле, м;

$h_{\text{ост}} -$ остаточный напор у диктующего прибора, м.

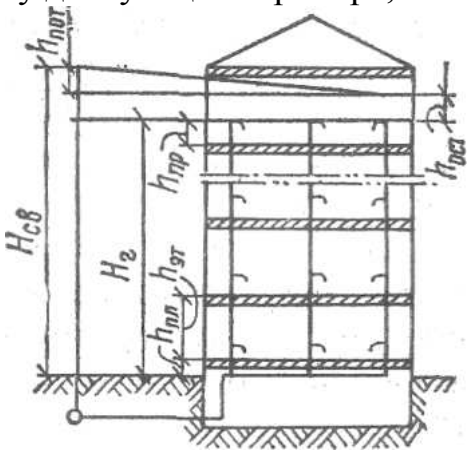


Рисунок 6.19 – Схема подачи воды из наружной сети в здание

Геометрическую высоту подачи $H_{\text{г}}$, м, определяют по формуле

$$H_{\text{г}} = h_{\text{пл}} + (n-1)h_{\text{эт}} + h_{\text{пр}},$$

где $h_{\text{пл}} -$ превышение отметки пола I этажа над поверхностью земли (планировочная высота);

$n -$ число этажей в здании;

$h_{\text{эт}} -$ высота этажа здания;

$h_{\text{пр}} -$ высота расположения диктующего прибора над полом.

Свободный напор в наружной водопроводной сети населенных пунктов для предварительных расчетов при одноэтажной застройке принимают равным 10 м, а при большей этажности зданий прибавляют по 4 м на каждый дополнительный этаж. Свободный напор в наружной сети производственного

водопровода назначают в соответствии с требованиями технологии производства.

Как правило, напор в наружной водопроводной сети создают насосы станции II подъема. Когда насосы не работают, напор поддерживают за счет запаса воды в водонапорной башне.

Для оценки обеспеченности необходимого напора в наружной водопроводной сети строят пьезометрическую линию, характеризующую пьезометрический напор в различных точках сети. *Располагаемый напор* в любой точке сети, представляющий собой разность отметок пьезометрической линии и поверхности земли, должен быть не меньше свободного напора. При этом условии обеспечивается подача воды в наивысшую точку внутри здания.

В противопожарном водопроводе необходимый напор зависит от способа пожаротушения.

Наружная сеть, на которой установлены пожарные гидранты для непосредственной подачи воды на тушение пожара, называется *противопожарным водопроводом высокого давления.* Противопожарные водопроводы высокого давления устраивают только на промышленных предприятиях при соответствующем обосновании. Необходимый напор в сети создают противопожарные насосы, установленные на насосной станции. Эти же насосы должны обеспечивать работу пожарных кранов внутри здания. Противопожарные насосы, установленные на насосной станции, включаются в том случае, если хозяйственно-питьевые и производственные насосы не обеспечивают подачу пожарного расхода.

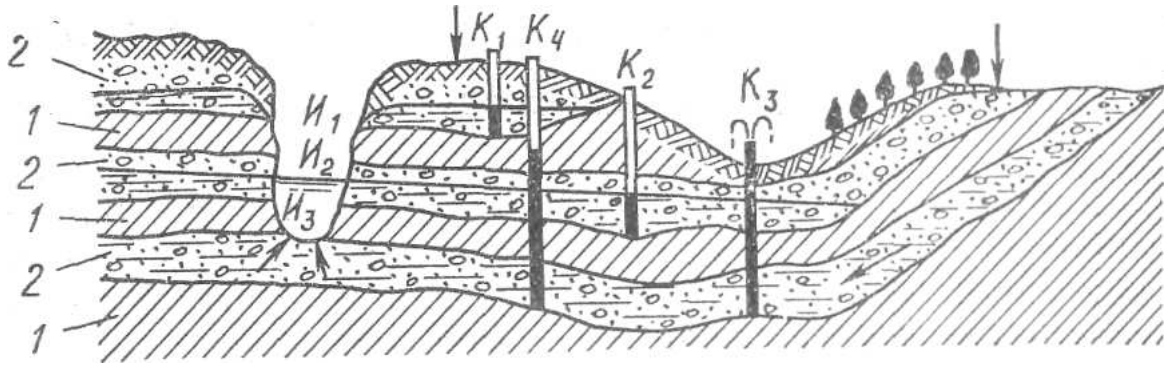
Наружная сеть, на которой установлены пожарные гидранты для подачи воды на тушение пожара с помощью передвижных пожарных насосов, называется *противопожарным водопроводом низкого давления.* Для обеспечения бесперебойного действия пожарных насосов напор в сети во время пожара должен быть не менее 10 м.

6.10 Подземные и поверхностные источники водоснабжения

К подземным источникам водоснабжения относятся подземные воды, образующиеся вследствие просачивания в землю атмосферных и поверхностных вод. Подземные воды могут быть безнапорными и напорными (артезианскими).

Безнапорные воды заполняют водоносные горизонты не полностью и имеют свободную поверхность. Примером безнапорных вод может служить вода в водоносных горизонтах, вскрытых колодцами K_1 и K_2 (рисунок 6.20). Вода устанавливается в этих колодцах на уровнях, совпадающих с уровнями подземных вод. Безнапорные подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта (слой, вскрытый колодцем K_1 на рисунке 6.20) называются *грунтовыми.* Грунтовые воды характеризуются повышенной загрязненно-

стью, поэтому при использовании для целей водоснабжения их в большинстве случаев подвергают очистке.



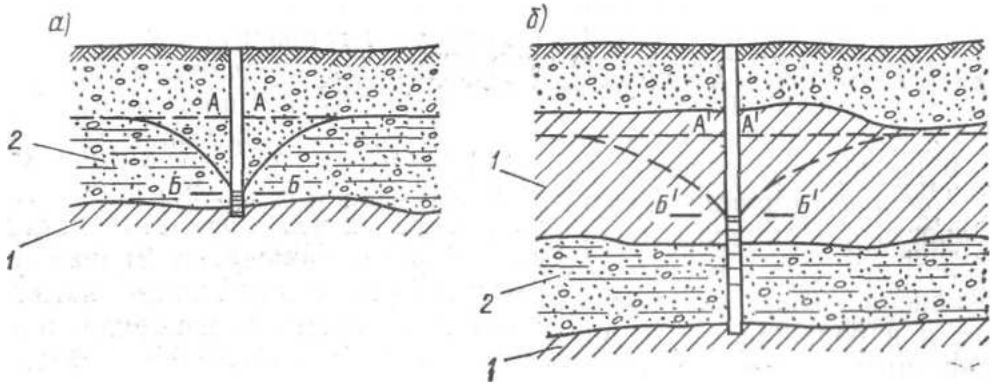
1 – водоупорные породы; 2 – водоносные породы; $К_1 – К_4$ – колодцы; $И_1 – И_3$ – источники (родники)

Рисунок 6.20 – Схема образования и залегания подземных вод

Напорные (артезианские) воды заполняют водоносные горизонты полностью. Примером напорных вод может служить вода в водоносном горизонте, вскрытом колодцами $К_3$ и $К_4$ (см. рисунок 6.20). Артезианские воды, как правило, характеризуются высоким качеством и в большинстве случаев могут использоваться для хозяйственно-питьевых целей без очистки.

В колодце, вскрывающем напорный водоносный горизонт, вода поднимается до пьезометрической линии. Если пьезометрическая линия проходит выше поверхности земли, наблюдается излив воды из колодца (колодец $К_3$ на рисунке 6.20). Такие колодцы называют *самоизливающимися.*

Уровень воды, устанавливающийся в колодце при отсутствии водоразбора, называют *статическим.* Статический уровень безнапорных вод совпадает с уровнем подземных вод, а напорных вод – с пьезометрической линией (рисунок 6.21).



а – безнапорных вод; *б* – напорных вод; 1 – водоупорные породы; 2 – водоносные породы; *А А* – статический уровень; *А′А′* – пьезометрическая линия при отсутствии откачки; *ББ* и *Б′Б′* – динамические уровни

Рисунок 6.21 – Депрессионные воронки

При откачке воды из колодца уровень ее снижается, причем тем больше, чем интенсивнее откачка. Такой уровень называют *динамическим.*

Уровни воды и пьезометрические линии, устанавливающиеся вокруг колодцев при откачке из них воды (в поперечном разрезе они имеют выпуклую кверху форму), называют *кривыми депрессии.* Область, ограниченную кривыми депрессии, называют *депрессионной воронкой.*

Безнапорные и напорные воды могут выходить на дневную поверхность (родники). Выход безнапорных вод называют *нисходящим ключом*, а выход напорных вод – *восходящим ключом.* Ключевая вода отличается высоким качеством и также может использоваться для целей водоснабжения без очистки.

К поверхностным источникам водоснабжения относятся реки, водохранилища и озера. Для промышленных целей может использоваться и морская вода. При отсутствии в приморских районах пресной воды морская вода после опреснения может использоваться и для хозяйственно-питьевых целей. Однако это должно быть обосновано технико-экономическими соображениями.

Выбор источника водоснабжения

При выборе источника водоснабжения следует учитывать качество воды в нем и его мощность, требования, предъявляемые к качеству воды потребителями, технико-экономические соображения и другие факторы.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения наиболее пригодны подземные воды, так как они обладают сравнительно высоким качеством и часто не нуждаются в очистке.

Воду из поверхностных источников рекомендуется использовать для водоснабжения при недостаточном дебите или непригодности подземных вод. Перед использованием для хозяйственно-питьевого водоснабжения воду из поверхностных источников обычно подвергают очистке, а перед использованием для водоснабжения некоторых производств, не нуждающихся в высоком качестве воды, ее подвергают только простейшей очистке либо вообще не очищают.

6.11 Водозаборные сооружения

Выбор типа сооружения для приема подземных вод зависит в основном от глубины их залегания и мощности водоносного горизонта. Сооружения для приема подземных вод могут быть подразделены на четыре вида:

1) водозаборные скважины;
2) шахтные колодцы;
3) горизонтальные водозаборы;
4) каптажные камеры.

Водозаборные скважины служат для приема безнапорных и напорных подземных вод, залегающих на глубине более 10 м. Водозаборные скважины

– наиболее распространенный вид водозаборных сооружений для систем водоснабжения городов, сельских населенных пунктов и промышленных предприятий.

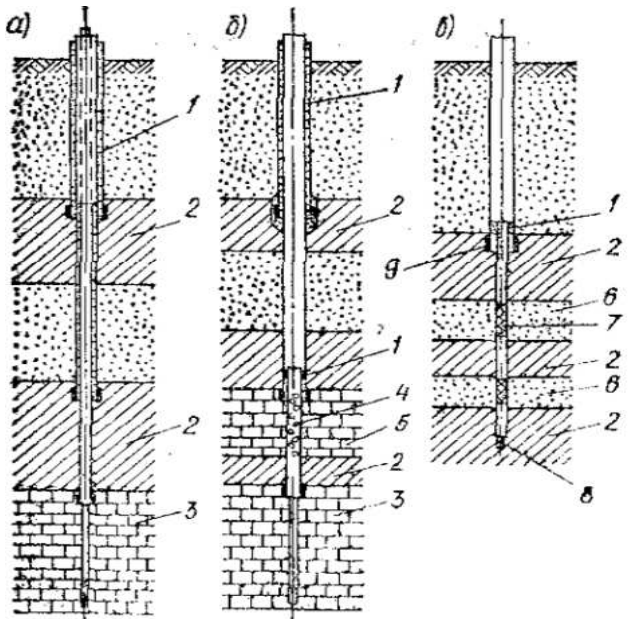
Шахтные колодцы служат для приема подземных вод, залегающих на глубине не более 30 м.

Горизонтальные водозаборы устраивают для приема грунтовых вод, залегающих на небольшой глубине (до 8 м), при малой мощности водоносного горизонта.

Каптажные камеры применяют при необходимости использования для целей водоснабжения ключевой воды.

6.11.1 Водозаборные скважины

Водозаборные скважины устраивают путем бурения в земле скважин, стенки которых крепят обсадными стальными трубами. По мере заглубления скважины диаметр обсадных труб уменьшают. В результате скважина приобретает телескопическую форму (рисунок 6.22). Концентрические зазоры между отдельными обсадными трубами заделывают (тампонируют) цементным раствором. В скальных грунтах стенки скважин обсадными трубами не крепят. Над верхом водозаборной скважины делают кирпичную, бетонную или железобетонную камеру. В нижней части скважины устанавливают фильтр, состоящий из надфильтровой, водоприемной (фильтрующей) и отстойной частей. Водозаборные скважины можно оборудовать фильтрами следующих типов: дырчатыми, щелевыми, сетчатыми, проволочными, гравийными.



а и *б* – при заборе воды в трещиноватых породах; *в* – то же, в песках;
1 – заделка цементным раствором межтрубного пространства;
2 – глины; 3 – твердые трещиноватые породы; 4 – перфорированные трубы;
5 – известняк; 6 – водоносный песок; 7 – фильтр; 8 – пробка; 9 – башмак

Рисунок 6.22 – Схемы устройства водозаборных скважин

В зависимости от требуемого расхода и мощности водоносного горизонта устраивают одну или несколько водозаборных скважин, располагаемых перпендикулярно направлению потока подземных вод (рисунок 6.23).

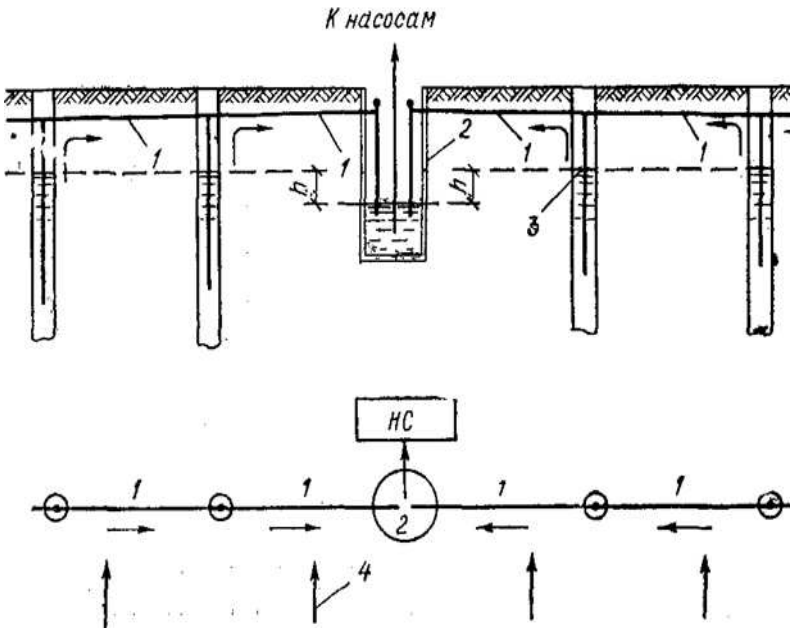


Рисунок 6.23 – Схема расположения водозаборных скважин

Способ получения воды из скважин зависит от глубины залегания динамического уровня воды. При самоизливе воду отводят из скважин самотеком в сборный резервуар, из которого ее откачивают насосами. При сравнительно неглубоком залегании динамического уровня подземные воды отводят из скважин по самотечным или сифонным трубопроводам 1 в сборный колодец 2, из которого их откачивают насосами. Применение сифонных трубопроводов позволяет уменьшать глубину заложения сборных трубопроводов. При глубоком залегании динамического уровня 3 (более 20 м от поверхности земли) каждую водозаборную скважину оборудуют насосом.

6.11.2 Шахтные колодцы

Шахтные колодцы могут выполняться из бетона, железобетона, кирпича, бутового камня и дерева. Чаще всего шахтные колодцы строят опускным способом, поэтому обычно они имеют круглую форму в плане. Деревянные колодцы, выполняемые в виде сруба из бревен, имеют квадратную форму в плане.

Для приема воды дно шахтных колодцев устраивают в виде так называемых обратных фильтров путем послойной засыпки крупнозернистых материалов с постепенным увеличением крупности зерен снизу вверх (рисунок 6.24).

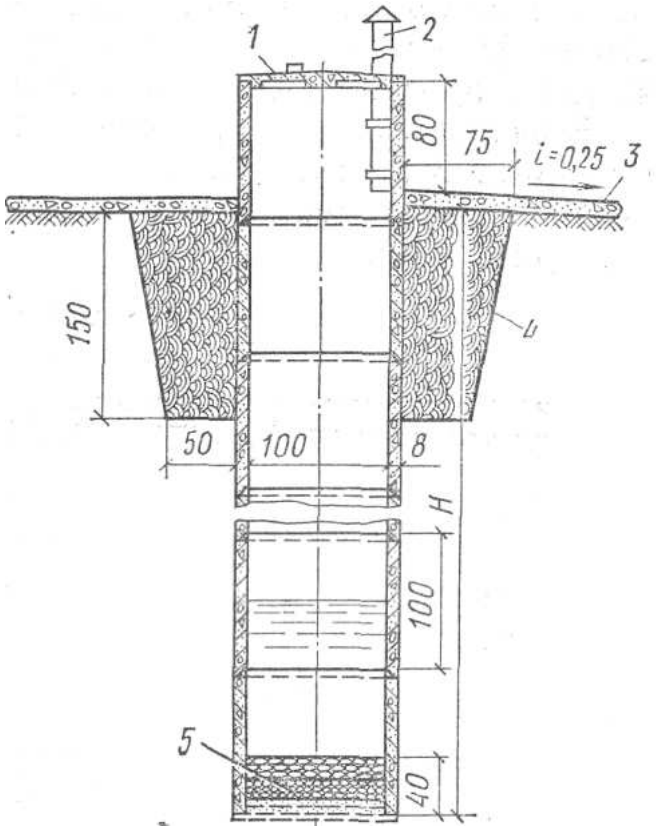
В боковых стенках бетонных и железобетонных колодцев создают водоприемные отверстия путем закладки в них труб при бетонировании. В кир-

пичных и бутовых колодцах водоприемными отверстиями служат не заполненные раствором сквозные швы. При мелкозернистых грунтах водоприемные отверстия в стенках шахтных колодцев целесообразно выполнять V-образной или наклонной формы (гравитационные фильтры), заполняя их песком или гравием по типу обратных фильтров. Такая загрузка не вымывается в колодец.

Для повышения дебита шахтных колодцев увеличивают площадь донного фильтра путем уширения их основания. Значительного увеличения дебита можно достигнуть, устроив радиально расположенные горизонтальные трубчатые фильтры. Такие водозаборы называют лучевыми.

Вокруг колодцев рекомендуется делать глиняный замок и отмостку из булыжника на песчаном основании. Стенки колодца следует возводить выше поверхности земли не менее чем на 0,8 м. Это исключает засорение колодца и поступление в него поверхностных стоков.

Для получения значительных расходов воды устраивают несколько шахтных колодцев, которые располагают перпендикулярно направлению потока грунтовых вод. Воду из каждого колодца отводят по сифонным, а иногда и по самотечным линиям в сборный колодец, из которого ее перекачивают насосами на очистную станцию или к потребителям.

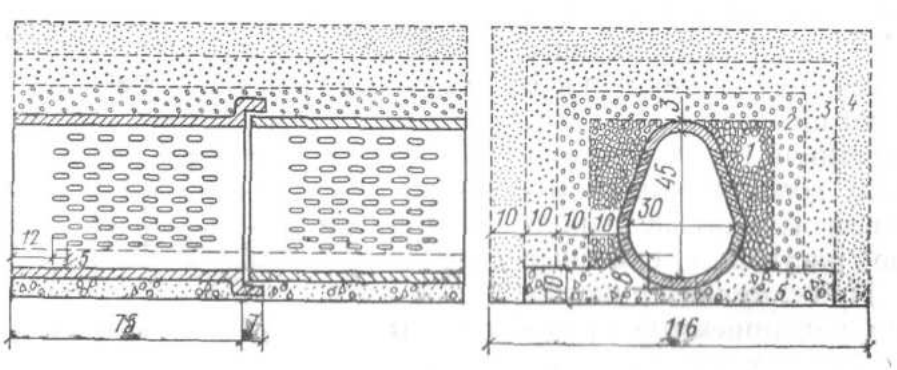


1 – железобетонная крышка; 2 – вентиляционная асбестоцементная труба диаметром 150 мм; 3 – отмостка щебнем, втрамбованным в грунт, слоем 10 см; 4 – глиняный замок; 5 – обратный фильтр

Рисунок 6.24 – Шахтный колодец из железобетонных колец

6.11.3 Горизонтальные водозаборы и каптажные камеры

Горизонтальные водозаборы выполняют из железобетонных, бетонных или керамических труб с круглыми или щелевыми отверстиями. Для горизонтальных водозаборов целесообразно использовать трубы овоидального сечения, у которых больше площадь водоприемной поверхности (рисунок 6.25).



1 – слой с крупностью зерен 12–15 мм; 2 – то же, 5–7 мм;
3 – то же, 1,5–2 мм; 4 – то же, 0,4–0,6 мм; 5 – бетон

Рисунок 6.25 – Горизонтальный водозабор из железобетонных труб овоидального сечения

Для предотвращения вымывания водой частиц грунта в водозаборы их обсыпают фильтрующей песчано-гравийной загрузкой. Чтобы исключить поступление в водозаборы загрязненных поверхностных стоков, на поверхности земли над ними устраивают глиняную подушку.

Простейшие горизонтальные водозаборы могут выполняться из коротких труб с зазорами в местах соединений, из кирпичной или бутовой кладки без раствора и т. п. Для осмотра и очистки горизонтальных водозаборов через каждые 50–150 м по их длине устраивают смотровые колодцы.

Использование ключевой воды для целей водоснабжения (каптаж ключей) осуществляется с помощью каптажных камер. Для захвата вод восходящих ключей устраивают каптажные камеры по типу шахтных колодцев, располагая их над местами выходов воды, а для захвата вод нисходящих ключей выполняют каптажные камеры с приемом воды через боковые стенки. Для увеличения водоприемной поверхности каптаж осуществляют в виде горизонтальных водозаборов.

Общие сведения о водозаборных сооружениях для приема воды из поверхностных источников

Сооружения для приема воды из поверхностных источников должны обеспечивать бесперебойное снабжение потребителя водой возможно лучшего качества в различное время года. Решение этой задачи достигается правильным выбором места их расположения (в плане и по глубине), типа и конструкции.

Место расположения водозаборного сооружения в плане следует выбирать как можно ближе к потребителю, на устойчивом участке водоема, в рай-

оне наименьшего загрязнения водоема (на реках – выше населенных пунктов, промышленных предприятий и участков сброса сточных вод), вне очагов возможного образования шугозажоров и ледяных заторов, вне областей интенсивного движения донных наносов и с учетом возможности организации зоны санитарной охраны.

Место расположения водозаборных сооружений на реках выбирают с учетом типа руслового процесса (характера изменения русла).

Глубинное положение места забора воды на реке следует определять из условия, чтобы расстояние от низа ледяного покрова (в зимний период) до верха «приемных окон» водозабора составляло не менее 0,2 – 0,3 м, а «порог» между дном реки и низом «приемных окон», необходимый для исключения попадания в водозаборное сооружение вместе с забираемой водой донных наносов, составлял не менее 0,7–1 м.

В предледоставный период вода, переохлажденная до температуры минус 0,02–0,05° С, кристаллизуется на взвешенных частицах грунта, образуя глубинный лед, переносимый течениями на значительные расстояния. Такие насыщенные льдом потоки часто создают аварийные ситуации на водозаборных сооружениях, полностью закупоривая их приемные отверстия. Для защиты водозаборных сооружений от глубинного льда нужно принимать следующие меры:

а) располагать водозаборные сооружения в таких местах, где не происходит скопления шуги (шугозажоров);

б) уменьшать скорости течения воды через водоприемные отверстия;

в) обогревать решетки водоприемных отверстий подводом теплой воды;

г) устраивать плавучие западни и коробы, ограждающие водоприемные отверстия;

д) устраивать водоприемные ковши и др.

Закупорку водоприемных отверстий можно устранять путем очистки решеток скребковыми механизмами или промывкой обратным током воды. Водозаборные сооружения на реках по конструкции могут быть подразделены на следующие типы:

1) береговые (раздельные или совмещенные с насосной станцией);

2) русловые (с самотечными линиями);

3) специальные (ковшовые, инфильтрационные, из горных рек, передвижные, плавучие и др.).

6.11.4 Водозаборные сооружения берегового типа

Водозаборные сооружения берегового типа устраивают при сравнительно крутых берегах рек. Принципиальная схема водозабора этого типа показана на рисунке 6.26. Водозаборное сооружение состоит из водоприемного берегового колодца и насосной станции. По фронту водоприемный колодец разделяется на отдельные секции, число которых принимается равным двум или числу всасывающих линий. Каждая секция водоприемного колодца разделена перегородкой на две камеры: приемную 1 и всасывающую 2, куда

опускаются всасывающие трубы 3 насосов 4. Вода из реки поступает в приемную камеру через отверстия, оборудованные с наружной стороны съемными решетками, а с внутренней стороны – затворами дроссельного или шиберного типа.

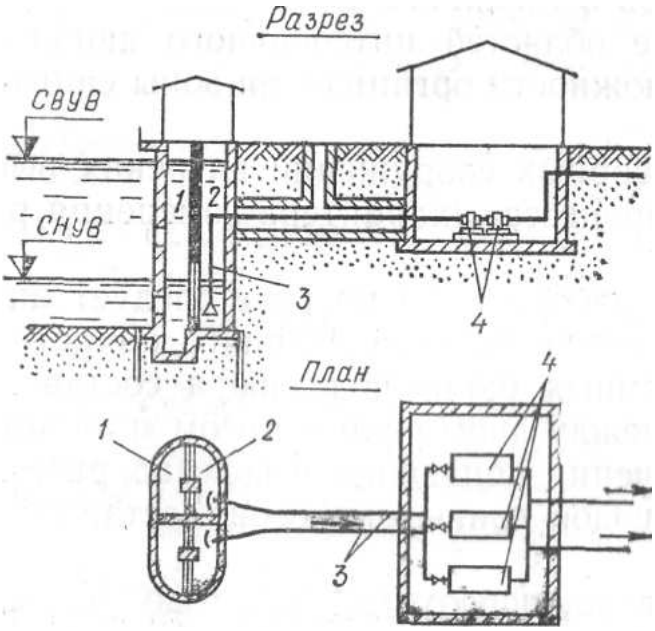
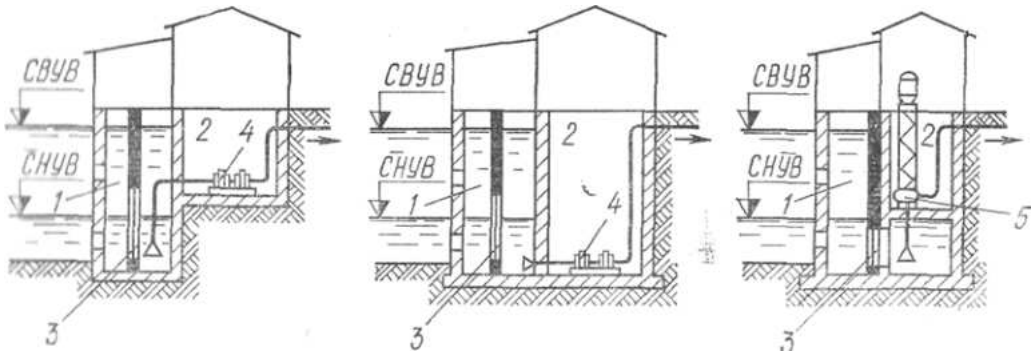


Рисунок 6.26 – Схема раздельного водозаборного сооружения берегового типа

Решетки выполняют из вертикальных стальных стержней с поперечным сечением прямоугольной или круглой формы. Зазор между стержнями решетки принимают равным 40–50 мм. Размеры решеток определяют из условия пропуска воды в прозорах между стержнями при наибольшем расходе со скоростью 0,2–0,6 м/с. При сильном загрязнении воды и наличии шуги принимают меньшие скорости. При большом колебании уровней воды в реке приемные отверстия выполняют в два или три яруса. Верхние отверстия служат для забора верхних сравнительно чистых слоев воды во время паводка.
В проеме перегородки между приемной и всасывающей камерами устанавливают сетку из проволоки толщиной 1–1,5 мм с ячейками размером от 2×2 до 5×5 мм. Крупные водозаборные сооружения оборудуют вращающимися сетками с непрерывной промывкой. Процеживание воды через решетки и сетки обеспечивает ее предварительную очистку и предотвращает повреждение оборудования.

Верх водоприемного колодца должен возвышаться над самым высоким уровнем воды (СВУВ) не менее чем на 0,5 м. Над колодцем сооружают павильон, из которого управляют оборудованием.



1 – водоприемное отделение; 2 – насосный зал; 3 – водоприемная сетка; 4 – горизонтальный центробежный насос; 5 – вертикальный центробежный насос

Рисунок 6.27 – Схемы водозаборных сооружений берегового типа, совмещенных с насосными станциями

Раздельные водозаборные сооружения берегового типа (см. рисунок 6.26) выполняют сравнительно реже совмещенных с насосными станциями (рисунок 6.27). Так как в большинстве случаев совмещенные водозаборные сооружения возводят на неплотных грунтах, их устраивают с общим днищем для водоприемного колодца и наносной станции.

6.11.5 Водозаборные сооружения руслового типа

Водозаборные сооружения руслового типа устраивают при сравнительно пологих берегах, слабых грунтах и малых глубинах воды в реке Схема водозабора этого типа приведена на рисунке 6.28. Водозабор состоит из оголовка 1, самотечных линий 2, берегового колодца 3 и насосной станции 4. Вода поступает в береговой колодец по самотечным линиям. Дальнейшее движение воды аналогично ее движению в водозаборе берегового типа.

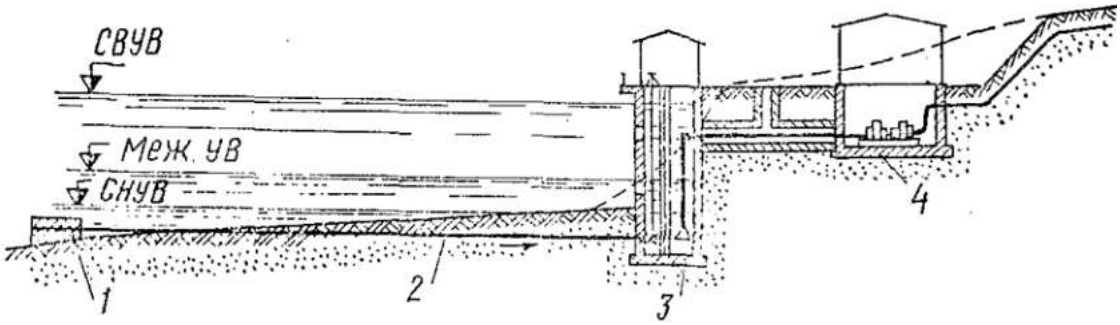


Рисунок 6.28 – Схема водозаборного сооружения руслового типа

В некоторых случаях не устраивают оголовка, а выносят водозабор берегового типа, совмещенный с насосной станцией, в русло реки. Эту разновидность водозабора руслового типа называют водозабор-гриб.

Оголовки служат для закрепления концов самотечных линий и приема воды из источника. Оголовки могут быть затопленными всегда, затопляемыми только в паводок и незатопляемыми. На несудоходных реках можно выполнять оголовки любой конструкции. При этом предпочтение следует отдавать наиболее простым сооружениям: в виде раструбов труб, выдвинутых в русло реки, или иной конструкции. На реках, используемых для лесосплава отдельных бревен, строят ряжевые оголовки (в виде деревянных срубов). На судоходных и лесосплавных реках проектируют оголовки только железобетонные или бетонные в стальном кожухе, исключая таким образом возможность их повреждении судами или якорями. Незатопляемые оголовки имеют форму опор мостов с ледорезами.

Самотечные линии выполняют из стальных, железобетонных или асбестоцементных труб или в виде железобетонных галерей. Число ниток принимается не менее двух. Самотечные линии следует укладывать с уклоном в сторону берегового колодца или в обратном направлении в зависимости от принятого направления промывки этих линий. Скорость движения воды в самотечных линиях во избежание их засорения следует принимать не менее 0,7–0,9 м/с. Очистку самотечных линий от отложений целесообразно выполнять путем прямой или обратной промывки водой. Для этого водозаборные сооружения должны иметь необходимое оборудование.

При большой длине самотечных линий и высоком береге реки их выгодно заменять сифонными линиями, глубина заложения которых значительно меньше.

Береговые колодцы водозаборов руслового типа аналогичны по устройству водоприемным береговым колодцам водозаборов берегового типа.

6.12 Формулы для расчета водопроводных сетей

Расчет водопроводных сетей заключается в установлении диаметров труб, достаточных для пропуска заданных расходов воды, и в определении потерь напора. Последнее необходимо для определения высоты водонапорных башен и напора, который должны создавать насосы.

При расчете водопроводной сети предполагают, что промышленным предприятиям (для производственных и хозяйственно-питьевых целей) вода подается в виде сосредоточенных расходов, а для производственных и хозяйственно-питьевых целей в городах и населенных пунктах − равномерно по длине магистральных линий. Равномерно распределяемый (путевой) расход воды, приходящийся на 1 м длины линии, называют удельным расходом и определяют по формуле

$$q_{\text{уд}} = \frac{q_{\text{об}}}{\sum l}, \tag{6.14}$$

где $q_{об}$ – общий расход; распределяемый сетью;

$\sum l$ – протяженность магистральных линий.

Диаметр труб магистральных линий находят по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}}, \quad (6.15)$$

где q – расчетный расход.

v – скорость движения воды в трубе.

В формуле скорость v является неизвестной величиной. Практикой проектных организаций установлено, что наиболее экономичная скорость $v_э$ составляет для труб малых диаметров 0,6–0,9 м/с, для труб больших диаметров 0,9–1,5 м/с.

Расчетный расход определяют по формуле

$$q = q_т + 0{,}5q_п \ , \quad (6.16)$$

где $q_т$ – транзитный расход;

$q_п$ – путевой расход.

Вычисленные по расчетному расходу потери напора равны действительным потерям напора в трубопроводе с равномерной раздачей воды по длине. Для упрощения расчетов путевые расходы можно приводить к сосредоточенным расходам в узлах (в местах соединения нескольких линий), равным половине произведения удельного расхода на общую длину прилегающих веток. При этом результаты расчетов совпадают с получаемыми при пользовании формулой (6.16).

Расчет водопроводных сетей проводят на случай максимального водоразбора.

Удельные потери напора в стальных и чугунных водопроводных трубах рекомендуется определять по формулам (СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»):

при $v < 1{,}2$ м/с

$$t = 0{,}00148\frac{q^2}{d_р^{5,3}}\left(1 + \frac{0{,}867}{v}\right)^{0,3}; \quad (6.17)$$

при $v \geq 1{,}2$ м/с

$$t = 0{,}001735\frac{q^2}{d_р^{5,3}}, \quad (6.18)$$

где q – расход воды, м^3/с;

$d_р$ – расчетный внутренний диаметр труб, м.

По формулам (6.17) и (6.18) рекомендуется рассчитывать и железобетонные трубы.

Для упрощения расчетов по формулам (6.17) и (6.18) составлены таблицы. При пользовании ими общие потери напора определяют по формуле

$$h_l = il. \qquad (6.19)$$

Потери напора в трубах можно определять также по формуле

$$h_l = K_{\text{п}} S_l q^2,$$

где S_l – сопротивление трубопровода.

$$S_l = \text{A}_l l.$$

Значения удельных сопротивлений A_l и коэффициентов $K_{\text{п}}$ для труб из разных материалов даны в таблицах 6.16 – 6.18.

Таблица 6.16 – Удельные сопротивления A_i для расчета водопроводных труб

Стальные трубы		Чугунные трубы	
условный проход, мм	A_i, (для Q, м^3/с)	условный проход, мм	A_i, (для Q, м^3/с)
10	32950000	50	13360
15	8809000	80	1044
20	164 000	100	339,1
25	436700	125	103,5
32	93860	150	39,54
40	44530	200	8,608
50	11080	250	2.638
70	2893	300	0,9863
80	1168	350	0,4368
100	267	400	0,2191
125	86,2	450	0,1187
150	33,9	500	0,06782

Таблица 6.17 – Значения коэффициента Шези C

R, м	Коэффициент Шези С при коэффициенте шероховатости n							
	0,011	0,012	0,018	0,017	0,02	0,0226	0,026	0,03
0,1	07,2	60,3	54,5	38,1	30,6	26	22,4	17,3
0,2	73,3	66,6	60,5	43,6	35,7	30,8	26,9	21,3
0.4	00,7	73,4	67.1	49,8	41.3	36	31,8	25,8
0,6	85	77,7	71,2	53,7	45.2	39,8	35,5	29,2
0.8	88,8	80,8	74.5	56,5	47.9	42.4	38	31,5
1	90,9	83,3	76.9	58,8	50	44,4	40	33,3
1,2	93,1	85,4	76,9	60,7	51,8	46,1	41,6	34,8

Таблица 6.18 – Значения скоростной характеристики

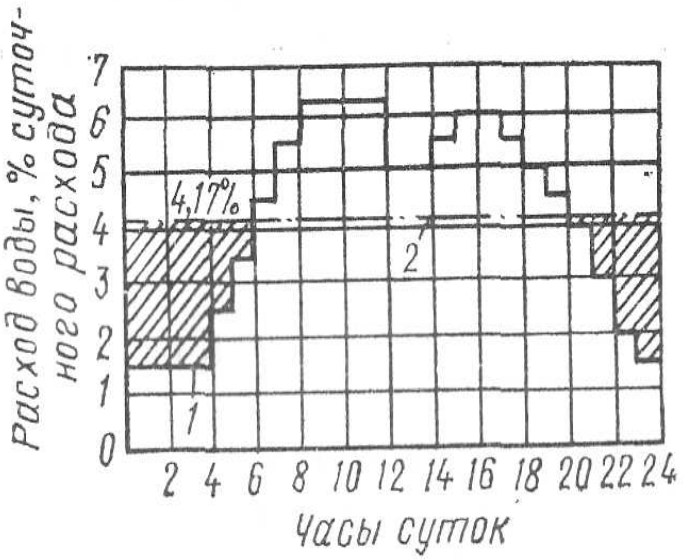
R, м	Скоростная характеристика W при коэффициенте шероховатости							
	0,011	0,012	0,013	0,017	0,02	0,0226	0,026	0,03
0,1	21.25	19,07	17,22	12,05	9,68	8,22	7,08	5,47
0,2	32,96	29,78	27,04	19,5	15.96	13,77	12,03	9,53
0,4	51,04	46,43	42,41	31,5	26,25	22,96	20,37	16,45
0,6	65,84	60,19	55,18	41,6	35,01	30,83	27,5	22,62
0,8	78,98	72,27	66	50,53	42,84	37,92	33,99	28,17
1	90,9	83,3	76.9	58,8	50	44,4	40	33,3
1,2	101,98	93,55	86,4	66.49	66,74	50,5	45.57	38,12
1.4	112,17	103,06	95.35	73.59	62,95	56,2	50,88	42,71
1,6	122.06	112,2	103,86	80,45	68,94	61.6	55,78	47,05

Потери напора в местных сопротивлениях ввиду их малости при расчете водопроводных сетей не учитывают.

6.13 Водонапорные и регулирующие устройства

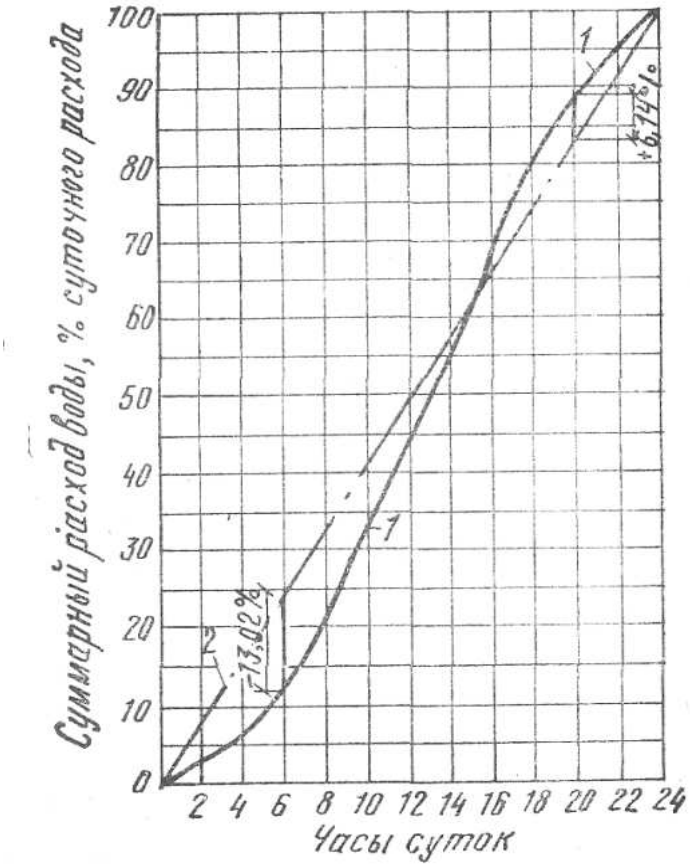
6.13.1 Водонапорные башни

Полного соответствия водопотребления и подачи воды насосной станцией II подъема добиться невозможно. Для регулирования по дачи и потребления служат водонапорные башни. Регулирующий объем бака водонапорной башни можно определять по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам подачи и потребления воды. В первом случае он равен площади фигур, заключенных между линиями подачи воды и водопотребления. Например, на графике рисунка 6.29 регулирующий объем бака равен площади заштрихованных фигур. Во втором случае регулирующий объем бака равен сумме абсолютных величин максимальной положительной н максимальной отрицательной разностей ординат кривых подачи и потребления воды. На интегральном графике рисунка 6.30 он равен 13,02 +6,14=19,16% среднесуточного расхода.



1 – недопотребление; 2 – подача насосами

Рисунок 6.29 – Ступенчатый график подачи и потребления воды



1 – водопотребление; 1 – подача насосами

Рисунок 6.30 – Интегральный график подачи и потребления воды

В баке водонапорной башни должен храниться, кроме того, запас воды для тушения пожара в первые минуты после его возникновения. Таким образом, объем бака водонапорной башни должен равняться:

$$V = V_{\text{р}} + V_{\text{п}}, \tag{6.20}$$

где $V_{\text{р}}$ – регулирующий объем бака;

$V_{\text{п}}$ – запас воды для тушения одного внутреннего и одного наружного пожара в течение 10 мин.

Водонапорная башня состоит из следующих основных элементов: *водонапорного бака,* поддерживающей конструкции *(ствола)* и *отстоящего шатра* вокруг бака (рисунок 6.31). В районах с мягким климатом шатры можно не устраивать, но в этом случае бак должен иметь перекрытие. Вода в бак подается по трубе 1, заканчивающейся на уровне наибольшего наполнения. Конец ее может быть оборудован поплавковым клапаном 5, который автоматически закрывает подающую трубу при наполнении бака. Раздача воды из бака происходит по трубам 1 и 2. На трубе 2 устанавливают обратный клапан 8, препятствующий поступлению воды в бак по этой трубе. Конец трубы 2 располагают над дном бака и оборудуют сеткой 4. Трубу 1, служащую для подачи воды в бак и разбора воды разбора воды из него, называют подающе-разводящей. Задвижка 10 служит для отключения водонапорной башни от сети. Для подачи воды в бак и разбора воды из него могут выполняться отдельные трубы.

Для слива воды в случае переполнения бака служит переливная труба 9, заканчивающаяся в верхней части воронкой 6. К переливной трубе присоединена грязевая труба 7 с задвижкой 8, предназначенная для периодического удаления скапливающегося на дне бака осадка, а также для отвода воды при промывке бака.

Водонапорный бак оборудуют уровнемером с сигнализацией на насосную станцию II подъема.

Для возможности осмотра бака снаружи и внутри него устанавливают лестницы.

Расстояние между стенками шатра и бака должно составлять около 0,7 м.

Водонапорные башни бывают железобетонные, кирпичные, металлические и деревянные.

Железобетонные водонапорные башни в конструктивном отношении выполняются двух типов: со стволом в виде сплошного железобетонного цилиндрического стакана и со стволом из опорных колонн. На рисунке 6.32 показана водонапорная башня с цилиндрическим стволом, а на рисунке 6.33 – с опорными колоннами из сборных элементов. Баки в железобетонных водонапорных башнях также железобетонные с вогнутым сферическим или конически-сферическим днищем (бак Интце).

Широкое распространение получили кирпичные водонапорные башни. Ствол башен выполняют из кирпича в виде цилиндра или многогранника, а баки с выпуклым сферическим или плоским днищем из стали.

В сельских водопроводах получили распространение также металлические водонапорные башни системы А.А. Рожневского (рисунок 6.34).

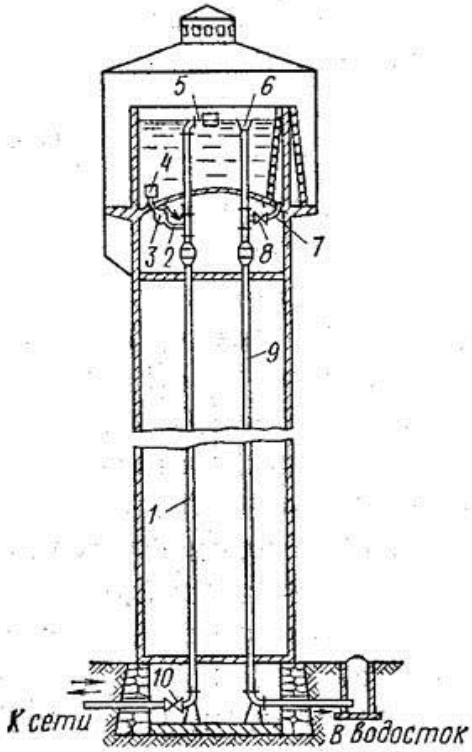
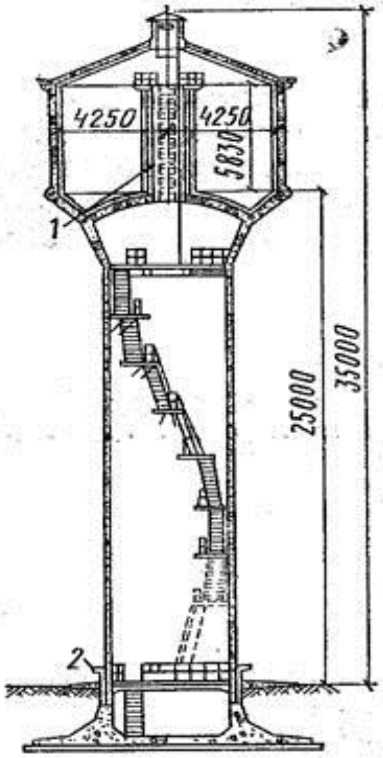


Рисунок 6.31 – Схема оборудования водонапорной башни трубопроводами



1 – защитная железобетонная оболочка; 2 – кирпичный цоколь

Рисунок 6.32 – Железобетонная водонапорная башня с цилиндрическим стволом

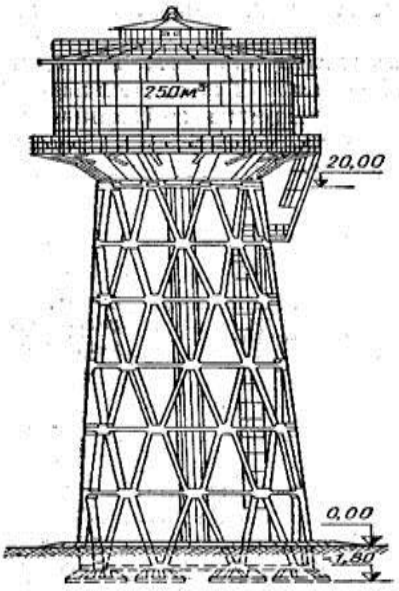


Рисунок 6.33 – Железобетонная водонапорная башня с опорой из сборных элементов

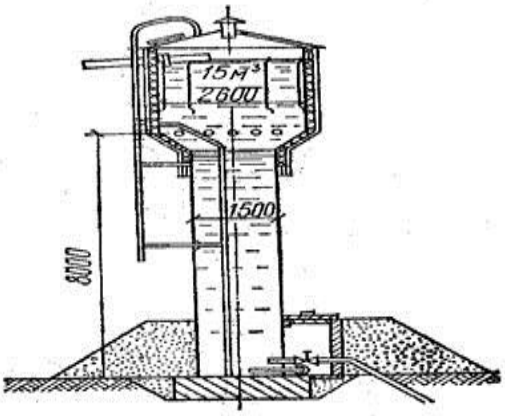


Рисунок 6.34 – Бесшатровая сборно-металлическая водонапорная башня конструкции А.А. Рожневского

Деревянные башни выполняют преимущественно на временных водопроводах.

Роль водонапорных башен могут выполнять пневматические напорно-регулирующие установки. Однако из-за больших эксплуатационных затрат их применяют редко.

6.13.2 Резервуары

Резервуары служат для хранения запасов воды и в зависимости от назначения могут быть расположены в различных местах системы водоснабжения. Резервуары сооружают преимущественно в следующих целях;

а) прием и хранение воды, поступающей от насосных станций I подъема, фильтровальных станций или районных водопроводов и подаваемой далее насосными станциями II (или последующего) подъема;

б) прием «свежей» воды, питающей системы оборотного водоснабжения;

в) хранение регулирующего объема воды и поддержание напора в сети (водонапорный резервуар);

г) хранение противопожарных и аварийных запасов воды. Часто резервуары служат одновременно для нескольких из указанных целей.

Объем резервуаров зависит от их назначения и производительности системы водоснабжения. Так, объем водонапорных резервуаров для хранения регулирующего объема воды, устраиваемых вместо водонапорных башен в тех случаях, когда имеется значительное естественное возвышение, определяется так же, как объем баков водонапорных башен.

Объем резервуаров чистой воды при фильтровальных станциях обусловливается регулирующим объемом $V_{\text{р}}$, необходимым для возмещения разницы между равномерной подачей воды фильтровальной станцией и откачкой ее насосами станции II подъема. Регулирующий объем резервуара $V_{\text{р}}$ определяют по совмещенному ступенчатому или интегральному графику подачи воды фильтровальной станцией и откачки ее насосами II подъема. В резервуарах чистой воды обычно хранится также запас воды $V_{\text{ф}}$ для технологических целей очистной станции (промывки фильтров и др.) и запас воды $V_{\text{п}}$ для целей пожаротушения. Таким образом, общий объем резервуара должен равняться:

$$V = V_{\text{р}} + V_{\text{ф}} + V_{\text{п}} . \qquad (6.21)$$

Продолжительность пожара по нормам составляет 3 ч. В течение этого времени из резервуара будет откачиваться расход Q_u на противопожарные нужды и максимальный расход на хозяйственно-питьевые нужды (предполагается, что в момент пожара в резервуаре может не быть регулирующего объема воды), а поступать в резервуар при условии бесперебойной работы насосной станции I подъема будет расход Q_I. Следовательно,

$$V_{\text{п}} = 3Q_{\text{в}} + \sum Q_{\text{х}} + 3Q_I,$$

где $Q_{\text{х}}$ – расход воды на хозяйственно-питьевые нужды за 3 ч наибольшего водопотребления (по графику).

На рисунке 6.35 приведена схема оборудования трубопроводами резервуара чистой воды фильтровальной станции. По трубе 1 вода подается в резервуар, а через трубу 3 разбирается. Кроме того, резервуар оборудуется переливной трубой 2 и грязевой трубой 4. При двух и большем числе резервуаров между ними устраивают камеры переключения, в которых размещают узлы с арматурой, образуемые ответвлениями труб к отдельным резервуарам.

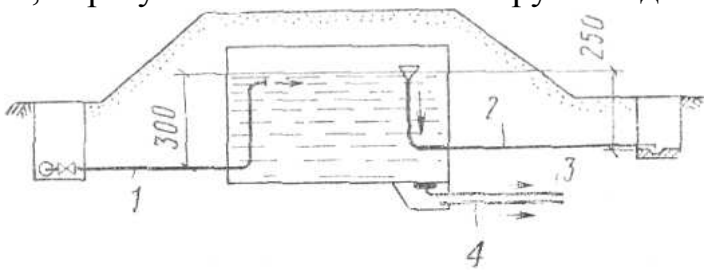
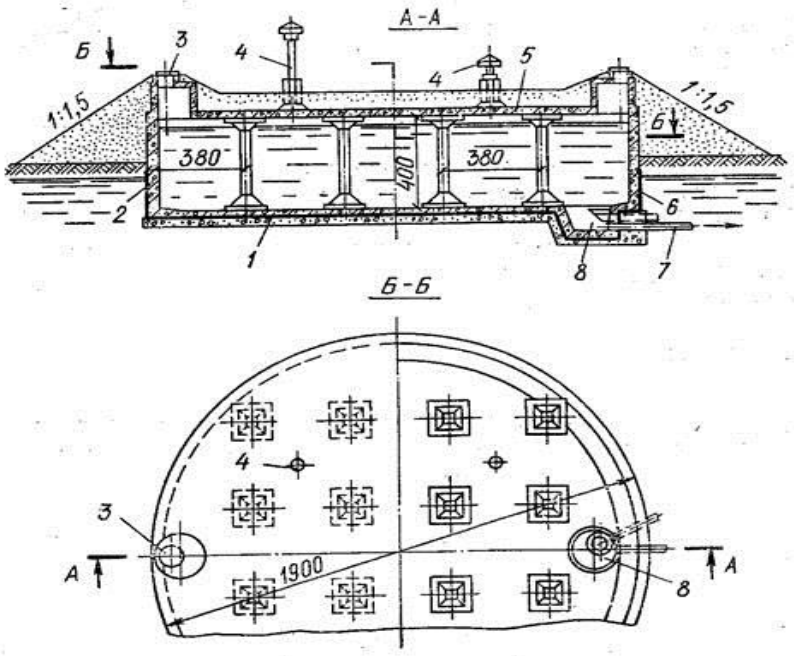


Рисунок 6.35 – Схема оборудования резервуара чистой воды трубопроводами

Резервуары выполняют преимущественно из железобетона. При объеме до 2000 м^3 железобетонные резервуары сооружают круглой формы в плане (рисунок 6.36), а при большем объеме – прямоугольной формы в плане. Перекрытие цилиндрических резервуаров устраивают плоским безбалочным, а прямоугольных резервуаров – плоским безбалочным или балочным. Железобетонные резервуары могут выполняться монолитными или сборными из отдельных элементов. Для обеспечения водонепроницаемости резервуаров их стенки и днище следует торкретировать, а внутренние поверхности стенок, кроме того, железнить.

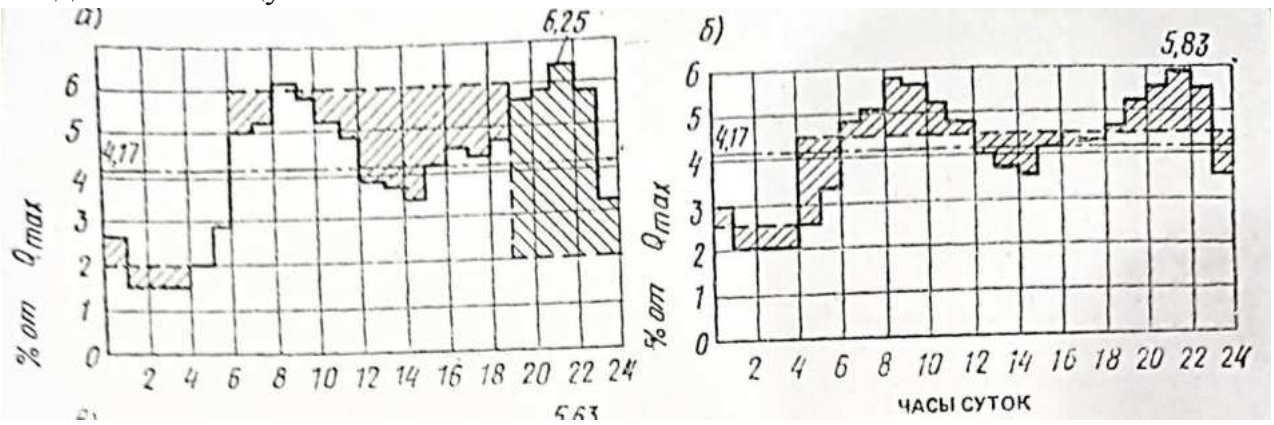


1 – днище на утрамбованном грунте, гидроизоляция битумом, бетонная подготовка; 2 – стенка; 3 – люк с лазом; 4 – вентиляционные трубы; 5 – перекрытие; 6 – гидроизоляция битумом; 7 – грязевая труба; 8 – приямок

Рисунок 6.36 – Железобетонный резервуар объемом 1000 м^3, выполняемый в мокрых грунтах

6.14 Определение объемов баков водонапорных башен и резервуаров чистой воды

Расчетный регулирующий объем бака водонапорной башни или напорного резервуара может быть найден с помощью совмещенных графиков водопотребления и работы насосов II подъема. Проследим это на примере графика на рисунке 6.37 *б* при ступенчатой работе насосов. Все вычисления сводим в таблицу 6.19.



а – $К_ч$ =1,5 (для малых населенных пунктов); *б* – $К_ч$ =1,35 (для средних населенных пунктов)

Рисунок 6.37 – Примеры графиков суточного водопотребления

Графы 2 и 5 содержат данные, взятые непосредственно из графика на рисунке 6.37 *б*, а в графах 4 и 5 дана разность значений, указанных в графах 2 и 5. На ступенчатом графике эта разность представлена отрезками ординат между кривыми подачи и потребления. Для заполнения графы 6 определяют час, когда бак будет пуст. Обычно это происходит после длительного периода подачи воды из бака.

В рассматриваемом случае для графика на рисунке 6.37 *б* – таким периодом будет промежуток от 7 до 12 ч. Допустим, что к 12 ч бак башни будет пуст. Далее, соответственно прибавляя или вычитая значения, приведенные в графе 4 или 5, для каждого часа получим количество воды определим требуемый регулирующий объем бака башни.

Если допущена ошибка при назначении часа, к концу которого бак будет пустым, то некоторые из цифр графы 6 получат отрицательные значения. Тогда объем бака может быть получен как сумма абсолютных значений наибольшей положительной и наибольшей отрицательной величин графы 6. В данном случае регулирующий объем бака башни равен: W_P=*2,5%* суточного расхода воды. Если для графика на рисунке 6.37 *б* принять равномерную круглосуточную подачу насосов, то кривая подачи будет иметь вид прямой с постоянной ординатой Q_H= 100/24=4,17. При этом получатся большие отклонения от кривой потребления, чем рассмотренная кривая ступенчатой подачи насосов; следовательно, объем бака и стоимость башни при равномерной работе насосов должны возрасти. В этих условиях W_P=6,98%. Объем бака при равномерной круглосуточной подаче насосов составит 19,14%, а

при неравномерной двухступенчатой работе – 5,5% суточного расхода воды (таблица 6.19).

Таблица 6.19 – Часовые расходы воды

Часы суток	Часовые расходы воды, % суточного расхода									
	График на рисунке 6.37 *б*					График на рисунке 6.37 *а*				
	расход воды	подача воды насо-сами	посту-пление в бак	расход воды из бака	остаток в баке	рас-ход воды горо-дом	подача воды насо-сами	посту-пление в бак	рас-ход воды из бака	оста ток в баке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0–1	1,5	2	0,5	–	1	3	2,5	1	0,5	1,9
1–2	1,5	2	0,5	–	1 , 5	3,2	2,5	–	0,7	1,2
2–3	1,5	2	0,5	–	2	2,5	2,5	–	–	1,2
3–4	1,5	2	0,5	–	2 , 5	2,6	2,5	–	0,1	1,1
4–5	2,5	2	–	0 , 5	2	3,5	4,5	1	–	2,1 Z, 1
5–6	3,5	2	–	1 , 5	0 , 5	4 , 1	4,5	0,4	–	2,5
6–7	4,5	6	1,5	–	2	4,5	4,5	–	–	2,5
7–8	5,5	6	0,5	–	2,5	4,9	4;5	–	0,4	2,1
8–9	6,25	6	–	0,25	2,25	4,9	4,5	–	0,4	1,7
9–10	6,25	6	–	0,25	2	5,6	4,5	–	1,1	0,6
10–11	6,25	6	–	0,25	1,75	4,9	4,5	–	0,4	0,2
11–12	6,25	6	–	0,25	1 , 5	4,7	4,5	–	0,2	0
12–13	5	6	1	–	2,5	4,4	4,5	0,1	–	0,1
13–14	5	6	1	–	3 , 5	4,1	4,5	0,4	–	0,5
14–15	5,5	6	0,5	–	4	4,1	4,5	0,4	–	0,9
15–16	6	6	–	–	4	4,4	4,5	0,1	–	1
16 –17	6	6	–	–	4	4,3	4,5	0,2	–	1,2
17–18	5,5	6	0,5	–	4 , 5	4,1	4,5	0,4	–	1,6
18–19	5	6	1	–	5,5	4,5	4,5	–	–	1,6
19–20	4,5	2	–	2,5	3	4,5	4,5	–	–	1,6
20–21	4	2	–	2	1	4,5	4,5	–	–	1,6
21–22	0 0	2	–	1	0	4,8	4,5	–	0,3	1.3
22–23	0	2	–	–	0	4,6	4,5	–	0,1	1.2
23–4	1,5	2	0,5	–	0,6	3,3	4,5	1,2	–	2,4

Практика показывает, что регулирующий объем бака башни городского водопровода составляет обычно от 2,5–3 до 5–6% суточного расхода воды при неравномерной (ступенчатой) подаче насосов и 8–15% и более при равномерной круглосуточной работе насосов. Согласно СНиП, баки водонапорных башен в поселках помимо регулирующего объема должны вмещать запас воды на тушение одного внутреннего и одного наружного (а для промышленных предприятий одного внутреннего) пожара в течение 10 мин.

Если рельеф местности позволяет вместо водонапорной башни сооружать напорную емкость, то ее объем определяют так же, как и объем баков водонапорных башен. Учитывая меньшую стоимость напорной емкости, в ряде случаев считают целесообразным хранить в них полный пожарный запас воды вместо использования для этих целей емкостей чистой поды.

Регулирующий объем емкостей чистой воды (располагаемых за очистными сооружениями) определяют по совмещенным графикам работы насосов I и II подъема. При равномерной круглосуточной подаче насосов I подъема и работе насосов II подъема по графику на рисунке 6.37, регулирующий объем емкости чистой воды в процентах суточного расхода будет равен:

$$W_{\text{р}} = (4{,}17 - 2{,}5)4 = 6{,}7\%,$$

при работе насосов II подъема по графику на рисунке 6.37 *а*

$$W_{\text{р}} = (4{,}17 - 2)11 = 23{,}9\%.$$

Ранее указывалось, что в емкостях чистой воды должен храниться запас воды на тушение пожара $W_{\text{п}}$. Кроме того, резервуар чистой воды содержит запас воды на промывку фильтров $W_{\text{ф}}$ и другие собственные нужды водоочистного комплекса. Тогда суммарный объем резервуаров чистой воды составит:

$$W = W_{\text{р}} + W_{\text{п}} + W_{\text{ф}} \ . \qquad (6.22)$$

Емкость чистой воды должна быть проверена на наличие контактного объема, обеспечивающего требуемое время контакта воды с введенными реагентами.

При устройстве запасного резервуара, питаемого одной линией водовода, помимо регулирующего и пожарного запасов воды он должен содержать еще специальный аварийный запас, достаточный для снабжения водой потребителей в течение времени, необходимого на ликвидацию аварий на водоводе. Продолжительность аварии на водоводе принимается в зависимости от глубины заложения труб и их диаметров: для трубопроводов диаметром до 400 мм – 8–12 ч; диаметром 400–1000 мм – 12–18 ч и диаметром более 1000 мм – 18–24 ч. В емкостях для питьевой воды должен быть обеспечен обмен пожарного и аварийного объемов воды в срок не более 48 ч.

6.15 Общие вопросы проектирования водоочистных компонентов

6.15.1 Выбор площадки для размещения водоочистных сооружений и решение их высотной схемы

Водоочистные сооружения могут быть расположены непосредственно у места забора воды из источника или вблизи объекта потребления воды.
В первом случае водоочистные сооружения наряду с водозаборными сооружениями, резервуарами и насосными станциями I и II подъема составляют единый комплекс головных сооружений. Во втором случае в комплексе сооружений, располагаемых на одной площадке, помимо сооружений по улучшению качества воды входят только резервуары и насосная станция II подъема.

Площадка для размещения водоочистного комплекса должна обеспечить не только возможность организации зоны санитарной охраны, но и иметь удобный рельеф и надежные подъезды. Желательно, чтобы рельеф территории в границах площадки обеспечивал движение воды самотеком через все очистные сооружения с минимальным объемом земляных работ при минимальном заглублении сооружений в землю.

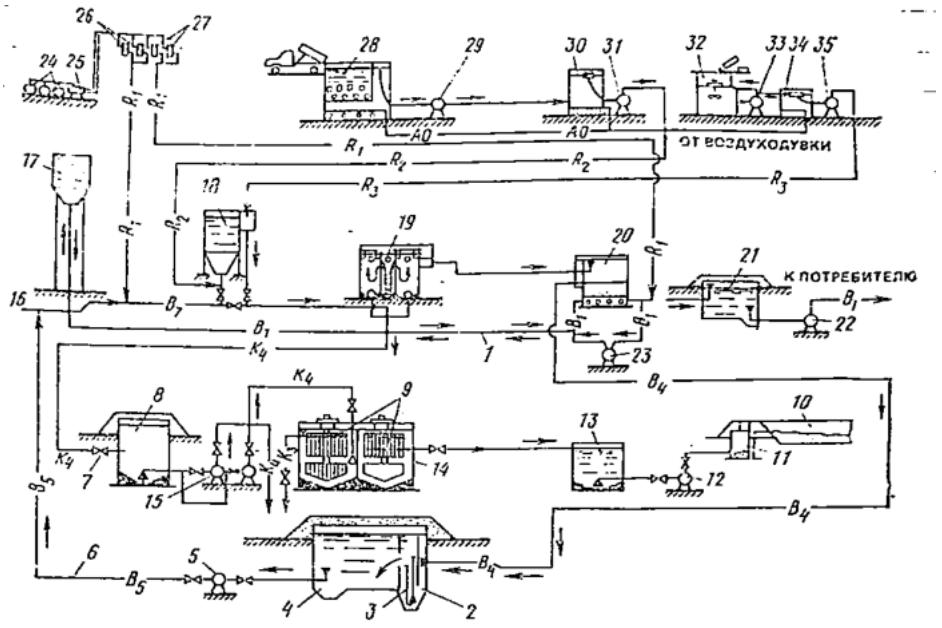
Рельеф территории площадки должен также обеспечивать самотечное движение воды после промывки фильтров или продувки осветлителей к сооружениям оборота промывной воды либо ее удаление за пределы станции.

При выборе площадки очистных сооружений необходимо обратить внимание на уровень грунтовых вод, так как высокий уровень грунтовых вод на площадке размещения водоочистного комплекса может решающим образом повлиять на степень заглубления основных сооружений и вызвать значительное увеличение объема земляной подсыпки сооружений, располагаемых вне зданий.

При выборе площади для размещения сооружений улучшения качества воды следует руководствоваться не только их производительностью, что определяет габариты водоочистных сооружений, и компоновкой, но должна быть предусмотрена возможность дальнейшего расширения комплекса в соответствии с ростом водопотребления города. Важное значение имеют компоновка основных и вспомогательных сооружений, минимальная протяженность внутриплощадочных коммуникаций. Оптимальным является размещение всего комплекса очистных сооружений в одном здании с насосной станцией II подъема.

На водоочистных комплексах хозяйственно-питьевого назначения обрабатываемая вода от сооружения к сооружению движется самотеком, поэтому важно знать взаимное высотное расположение отдельных элементов технологической схемы. Для этого строят высотную схему (рисунок 6.38) – продольный профиль по воде в произвольном масштабе, на котором показывают все основные и вспомогательные сооружения и аппараты и проставляют отметки уровня воды в каждом сооружении и отметки дна сооружений.

При составлении высотной схемы необходимо обеспечить условия самотечного движения воды от контактной камеры или смесителя до резервуара чистой воды при одновременном соблюдении требований удобства эксплуатации. Для этого необходимо знать максимально возможные потери напора во всех водоочистных сооружениях технологической схемы, потери напора в коммуникациях между сооружениями и в измерительной аппаратуре.



1 – подача промывной воды от фильтров; 2 – песколовка; 3 – гидроэлеватор; 4 – резервуар-усреднитель промывной воды; 5 – насос перекачки промывной воды; 6 – возврат промывной воды на очистную станцию; 7 – подача осадка от осветлителей; 8 – резервуар приема осадка; 9 – установка медленного перемешивания осадка; 10 – площадка обезвоживания осадка; 11 – колодец для напуска осадка; 12 – насос перекачки сгущенного осадка; 13 – емкость сгущенного осадка; 14 – осадкоуплотнитель; 15 – насосы перекачки сырого осадка; 16 – подача исходной воды; 17 – башня промывной воды; 18 – вихревой смеситель; 19 – осветлитель со взвешенным осадком; 20 – скорый фильтр; 21 – резервуар чистой воды; 22 – насос II подъема; 23 – насос подкачки промывной воды; 24 – бочки с хлором; 25 – испаритель; 26 и 27 – хлораторы первичного и вторичного хлорирования; 28 – растворно-хранилищный бак коагулянта; 29 – насос перекачки раствора коагулянта; 30 – расходный бак коагулянта; 31 – насос-дозатор раствора коагулянта; 32 – мешалка полиакриламида; 33 – насос для циркуляции и подачи полиакриламида в расходный бак; 34 – расходный бак раствора полиакриламида; 35 – насос-дозатор раствора ПАА

Рисунок 6.38 – Высотная схема водоочистного комплекса

Согласно СНиП, перепады уровней воды в водоочистных сооружениях и соединительных коммуникациях следует рассчитывать, однако для предварительного построения высотной схемы можно руководствоваться следующими данными потерь напора, м:

на барабанных сетках и в микрофильтрах	0,5–0,7
в смесителе	0,4–0,9
камерах хлопьеобразования	0,4–0,5
осветлителях со взвешенным осадком	0,7–0,8
отстойниках	0,6–0,7
флотаторе	0,5–0,7
скорых фильтрах	3,0–3,5
медленных фильтрах	1,5–2,0
в контактных осветлителях	2,0–2,5
трубопроводах:	
от резервуара чистой воды до фильтровальных сооружений	1,0
от фильтров до осветлителей или отстойников	0,5–1,0
от камеры хлопьеобразования до смесителя	0,3–0,5
от осветлителя со взвешенным осадком до смесителя	0,5
от контактного осветлителя до смесителя или входной камеры	0,5–0,7
в измерительной аппаратуре на входе и выходе из водоочистительного комплекса	по 0,5
в индикаторах расходов на отстойниках, осветлителях, флотаторах, фильтрах и контактных осветлителях	по 0,2–0,3
от НС I подъема к смесителю	1,0–1,2
от смесителя к камере хлопьеобразования или осветлителю	0,8–1,0

При проектировании высотной схемы максимальная отметина уровня воды в резервуаре чистой поды, назначаемая на 0,25–0,5 м выше поверхности земли, принимается как исходная минимальная. Далее путем последовательного суммирования потерь напора находят отметки уровней воды.

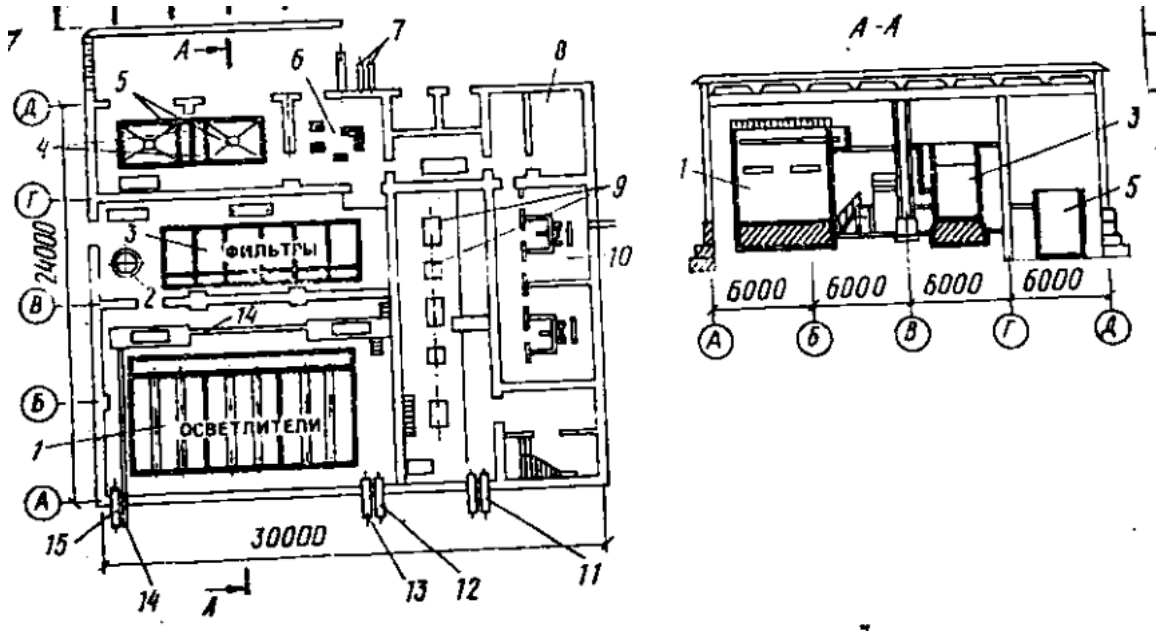
Определение потерь напора в коммуникациях связано с вычислением сечений соединительных трубопроводов и каналов между отдельными сооружениями технологической схемы. Для этого используют величины допустимых в них скоростей движения воды, м/с:

от отстойников или осветлителей со взвешенным осадком к фильтрам	0,8–0,12
от фильтровальных аппаратов к резервуарам чистой воды	1,0–1,5
в трубопроводах подачи промывной воды	1,5–2,0
в коммуникациях, отводящих промывную воду	не менее 1,0

Помимо профиля по воде при составлении высотной схемы необходимо определить высоту отдельных сооружений и отметки их дна по отношению к поверхности земли. При привязке очистных сооружений и проектировании высотной схемы нужно учитывать рельеф площадки очистных соору-

жений, глубину залегания грунтовых вод, максимальный уровень воды в водоеме в период паводка, возможность самотечного отвода сточных вод и осадков с очистных сооружений, условия производства строительно-монтажных работ и их объем, условия работы насосов насосной станции II подъема.

На высотной схеме водоочистного комплекса должны быть показаны: реагентное хозяйство, сооружения по обороту промывной воды, отметки оси промывных насосов или днища баков промывной башни, отметки вакуум-насосов, насосов-дозаторов, кислотных насосов, воздуходувок. На территории водоочистных комплексов, т.е. в санитарной зоне строгого режима, помимо основных технологических сооружений размещают все вспомогательные помещения (склады реагентов и фильтрующих материалов, мастерские, лаборатории, диспетчерские и пр.). Склады реагентов, кроме хлора и аммиака, должны располагаться вплотную к реагентному цеху, где находятся аппараты для приготовления их растворов и суспензий (рисунок 6.39). Площадь складов реагентов рассчитывают на хранение 15–30-дневного запаса в зависимости от продолжительности паводка и местных условий их доставки.



1 – осветлители со взвешенным осадком; 2 – смеситель; 3 – фильтры; 4 – расходные баки коагулянта; 5 – растворные баки-хранилища коагулянта; 6 – насосы-дозаторы и воздуходувки; 7 – подача исходной воды потребителю; 8 – мастерские; 9 – насосная станция II подъема; 10 – бытовое помещение; 11 – всасывающие трубопроводы из резервуара чистой воды; 12 – отвод чистой воды в резервуары; 13 – сброс осадка из осветлителей; 14 – сброс промывной воды от фильтров; 15 – подача исходной воды

Рисунок 6.39 – Компоновка водоочистных сооружений

В зависимости от вида реагента и производительности комплекса предусматривают его сухое или мокрое хранение в виде концентрированных растворов или продуктов, залитых водой. В сухом виде реагенты хранят в за-

крытых складах навалом или в таре. При определении площади склада для хранения коагулянта в сухом виде высоту слоя назначают 2 м, извести – 1,5 м; при механизации погрузочно-разгрузочных работ высота слоя коагулянта увеличивается до 3,5 м. Фторсодержащие реагенты и полиакриламид хранят в таре; при этом срок хранения полиакриламида до 6 месяцев (не допускается замораживание, ведущее к потере его активности). Силикат натрия хранят в герметически закупоренных бочках.

На крупных водоочистных комплексах раствор коагулянта концентрацией 15–20% хранят в баках-хранилищах без перемешивания. Количество баков должно быть не менее четырех; при числе баков до десяти следует предусматривать один резервный.

При сухом хранении извести предусматривают дробилки и известегасилки, при мокром хранении – резервуары-хранилища или устройства для отбора и транспортировки теста и его гидравлического или механического перемешивания при приготовлении известкового молока.

К помещению для хранения активного угля предъявляют требования пожарной безопасности, относя реагент к категории «В». Склады аммиака и хлора, а также склады для хранения кислот следует проектировать с учетом требований «Санитарных правил проектирования, оборудования и содержания складов для хранения сильно действующих ядовитых веществ». Хлор хранят в баллонах или бочках, а при суточном расходе хлора более 1 т применяют танки вместимостью до 50 т. Хлорную известь хранят в деревянных бочках в отдельном складе. Хранение поваренной соли навалом слоем высотой до 2 м допускается при ее суточном расходе до 0,5 т, в остальных случаях принимают мокрое хранение соли в резервуарах глубиной до 2,5 м. Гексаметафосфат натрия хранят в сухих помещениях в фанерных ящиках или бочках массой около 50 кг.

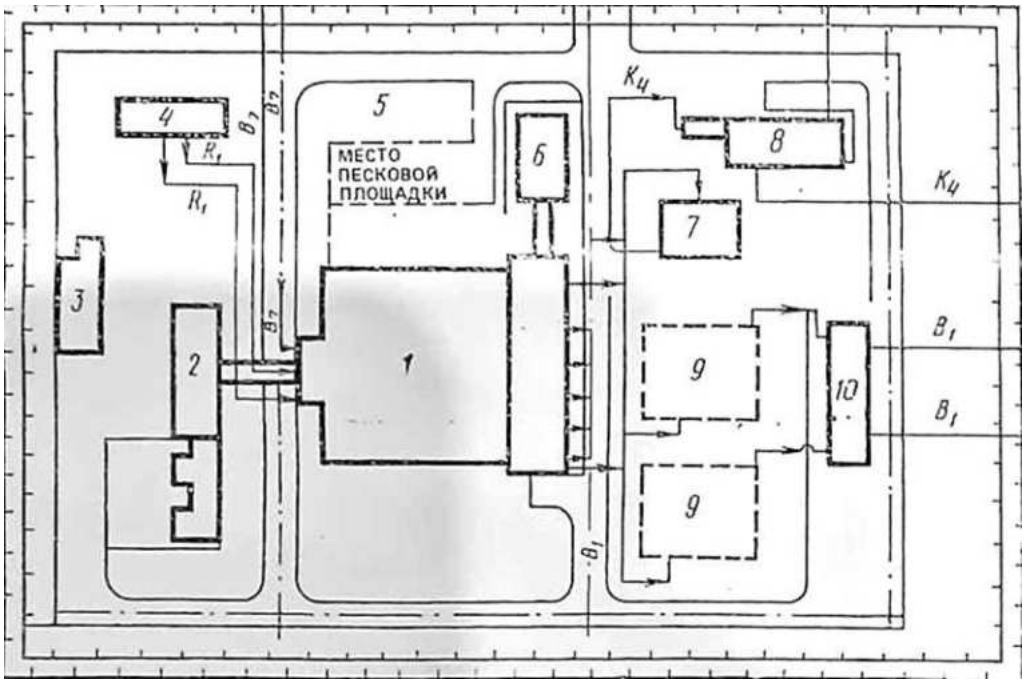
На крупных водоочистных комплексах предусматривают песковое хозяйство для хранения, сортировки, промывки и транспортировки материалов, необходимых для первичной загрузки и перегрузки для фильтровальных аппаратов. Определение объема емкостей для хранения фильтрующих материалов и подбор оборудования для их промывки и рассева производят из расчета 10% ежегодного пополнения фильтрующей загрузки и дополнительного аварийного запаса на перегрузку одного фильтра при их общем количестве до двадцати. Загрузку фильтрующих материалов следует производить с помощью песковых или водоструйных насосов при скорости движения пульпы 1,5–2 м/с. Склады для запаса ионитов нужно рассчитывать на объем, соответствующий загрузке двух катионитовых и двух анионитовых фильтров.

Для надежной работы водоочистного комплекса в его составе необходимо предусматривать лаборатории, мастерские и другие вспомогательные помещения. Диспетчерский пункт цеха водоочистки обычно устраивают совмещенным с пунктом управления насосами I и II подъема.

6.15.2 Компоновка водоочистных комплексов

Компактное взаимное расположение отдельных водоочистных сооружений, вспомогательных помещений и оборудования на генплане комплекса должно предусматривать минимальные капиталовложения в строительство, обеспечивать максимальные удобства и экономичность эксплуатации, минимальную протяженность трубопроводов и дорожных покрытий между ними, удобство производства ремонтных работ, надежность при росте водопотребления (рисунок 6.40).

На рациональное решение генерального плана водоочистного комплекса доминирующее влияние оказывает рельеф местности. Так, в целях уменьшения объема земляных работ по выемке грунта и обсыпке отдельных сооружений рекомендуется располагать в повышенных местах сооружения с высокими отметками заложения фундамента, в пониженных – с малыми отметками. Все основные и вспомогательные сооружения желательно располагать в виде единого комплекса, образуемого трех-, двух-, одноэтажными зданиями.



1 – блок основных сооружений; 2 – реагентное хозяйство; 3 – котельная; 4 – служебный комплекс; 5 – башня промывной воды; 6 – хлораторная; 7 – сооружения оборота промывной воды; 8 – сооружения обработки осадка; 9 – резервуар чистой воды; 10 – насосная станция II подъема

Рисунок 6.40 – Генеральный план водоочистного комплекса

Для малых водопроводов компактность расположения водоочистных сооружений и оборудования достигается их размещением на одном участке, а иногда и в одном здании с насосными станциями I и II подъема. Однако подобные решения не должны быть в ущерб удобству эксплуатации, монтажу

оборудования и плановому расширению. При компоновке сооружений большой производительности предусматривают отдельные здания для реагентного хозяйства, сооружений предварительной обработки воды и фильтров с разрывами между ними примерно 20 м, соединяя их галереями.

Сооружение открытых отстойников и осветлителей вне зданий возможно в климатических регионах, где толщина образующегося зимой на поверхности воды льда не превышает 75 мм. Расположение вне зданий осветлительных и катионитовых фильтров допускается при условии, что в течение фильтроцикла на поверхности воды будет образовываться слой льда толщиной не более 15 мм. Галереи трубопроводов должны быть утеплены. Открытые сооружения можно использовать при кондиционировании подземных вод с температурой не ниже +5 °С, если средняя температура воздуха не ниже –5 °С и наиболее холодной пятидневки не ниже –17 °С.

На генеральный план водоочистного комплекса наносят все технологические, обслуживающие и подсобные сооружения: реагентное хозяйство, микрофильтры или барабанные сита, осветлители со взвешенным осадком, отстойники или флотаторы, скорые фильтры или контактные осветлители, ' резервуары чистой воды, склад хлора, насосную станцию II подъема, сооружения по обороту промывной воды и обезвоживанию осадка, понизительную электроподстанцию, материальный склад, песковое хозяйство, котельную и мастерские, проходную. Хлораторная, совмещенная со складом хлора, размещается в пониженной точке территории водоочистного комплекса на расстоянии не менее 30 м от здания. Если сооружения размещены в здании, то на генплане указывается здание с примыкающими к нему коммуникациями. Территория, где находятся водоочистные сооружения, ограждается с соблюдением требований СНиПа.

Надежность работы водоочистного комплекса обеспечивается дублированием отдельных технологических сооружений и устройством обводных линии, позволяющих отключать то или иное сооружение или блок, пропуская воду в обход. При этом для водоочистных комплексов с подачей до 10 тыс. $м^3$/сут возможно отключение половины технологических сооружений, а для комплексов большей мощности – до четверти. Кроме того, необходимо предусматривать обводную линию от НС-1 непосредственно в резервуары чистой воды.

На генплане должны быть показаны трубопроводы – исходной и фильтрованной воды с указанием диаметров; трубопроводы подачи, отвода и оборота промывной воды; промышленная и хозяйственно-бытовая канализация, хозяйственно-противопожарный водопровод, отводной трубопровод, теплосеть, кабели и другие коммуникации. При решении генплана водоочистного комплекса необходимо предусматривать возможность его расширения на расчетный период. С этой целью на генплане пунктиром наносят площадки; при этом трассировка трубопроводов первой очереди должна непременно учитывать последующее расширение. Стороны здания, в направлении кото-

рых будет производиться пристройка при расширении комплекса, не должны загромождаться постройками постоянного типа, подземными сооружениями и коммуникациями. Каналы, трубы и обвязки сооружений должны быть рассчитаны с запасом на возможность пропуска воды после реконструкции отдельных водоочистных сооружений или целых блоков.

При проектировании генерального плана водоочистного комплекса необходимо предусматривать минимальную протяженность путей перемещения реагентов; максимально возможную механизацию погрузочно-разгрузочных работ и смены загрузки фильтровальных аппаратов; маневренность эксплуатации как отдельных технологических сооружений, так и целых блоков. Планировка территории комплекса должна обеспечивать отвод атмосферных осадков от всех технологических сооружений, отдельных зданий и др.

На территории комплекса помимо дорог предусматривают устройство тротуаров и озеленение.

6.16 Очистка и обезвреживание воды

6.16.1 Методы очистки воды

Методы очистки воды и состав очистных сооружении зависят от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, производительности станции и местных условий. К наиболее распространенным методам очистки воды относятся осветление и обеззараживание.

Осветление может осуществляться отстаиванием воды в отстойниках, пропуском ее через взвешенный слой осадка в осветлителях и фильтрованием через зернистую загрузку в фильтрах. Для улучшения процесса отстаивания применяют коагулирование, т.е. вводят в воду химические реагенты (коагулянты), которые, взаимодействуя с мельчайшими коллоидными частицами, находящимися в воде, образуют агрегаты слипшихся частиц в виде хлопьев, быстро выпадающих в осадок. Приготовление и дозирование реагента осуществляют на установках, входящих в состав так называемого реагентного хозяйства. Раствор коагулянта тщательно перемешивается с обрабатываемой водой в смесителе. Из смесителя вода направляется в камеру хлопьеобразования, а затем поступает в отстойник, где происходит ее осветление, т.е. выпадение хлопьев с адсорбированными на них взвешенными частицами. Если применяются осветлители со взвешенным осадком, то камера хлопьеобразования не устраивается.

Обеззараживание воды осуществляют с целью уничтожения бактерий, главным образом патогенных. Наиболее распространенными способами обеззараживания являются хлорирование, озонирование и бактерицидное облучение.

Иногда применяется **специальная обработка воды**. Так, подземные воды, которые содержат много железа и марганца, подвергаются обезжелези-

ванию и удалению марганца. Питательная вода котельных установок и ТЭЦ требует предварительного умягчения. Вода некоторых источников водоснабжения должна быть до подачи ее потребителям обессолена, т. е. из воды должны быть удалены растворенные в ней соли. Иногда из воды в процессе ее очистки необходимо удалять растворенные газы, т.е. проводить ее дегазацию.

Для предотвращения коррозии трубопроводов и аппаратуры, а также выпадения в трубах солей осуществляют стабилизацию воды путем добавления в нее химических реагентов.

Таким образом, очистная станция представляет собой комплекс сооружений, в которых вода подвергается очистке, приобретая качества и свойства, необходимые потребителю. Очистные сооружения, как правило, располагают так, чтобы вода могла передаваться из одного сооружения в другое самотеком.

6.16.2 Коагулирование и отстаивание воды

Для укрупнения мелкодисперсных и коллоидных частиц с целью увеличения скорости их осаждения и способности задерживаться пористыми фильтрующими материалами применяют коагулирование.

Коллоидные частицы, обладая электрическим зарядом, взаимно отталкиваются, что препятствует их укрупнению. Для устранения этого препятствия в обрабатываемую воду, содержащую обычно отрицательно заряженные коллоидные частицы, вводят коагулянты, образующие положительно заряженные коллоиды. Взаимодействие тех и других коллоидных частиц приводит к нейтрализации их зарядов и образованию более крупных частиц в виде хлопьев. В качестве коагулянтов чаще всего применяют сернокислый алюминий (сернокислый глинозем), сернокислое железо закисное (железный купорос), сернокислое железо окисное, хлорное железо.

В результате гидролиза этих солей образуются гидраты окисей алюминия или железа, представляющие собой обычно положительно заряженные коллоиды. Образующиеся при гидролизе водородные ионы связываются присутствующими в воде бикарбонатными ионами. Если содержащихся в воде бикарбонатных ионов недостаточно, то для связывания выделяющихся при коагуляции ионов водорода к воде добавляют известь, соду или едкий натр. Доза коагулянта зависит от мутности и цветности воды и для природных вод обычно составляет примерно 20–50 мг/л.

Реагентное хозяйство. Наибольшее распространение имеет мокрый способ дозирования реагентов. При этом способе комья коагулянта загружают в растворный бак 1 с водой (рисунок 6.41), откуда после растворения коагулянт поступает в расходные баки 2, в которых приготовляется раствор определенной концентрации. Этот раствор направляется в дозировочный бачок 3, а из него подается в обрабатываемую воду. Обычно устанавливают два растворных бака, работающих попеременно.

Для ускорения процесса растворения коагулянта в растворный бак подают сжатый воздух или пар или же применяют механические мешалки.

Для ускорения процесса коагуляции в воду вводят флокулянты – полиакриламид или активную кремнекислоту.

Смесители. Для равномерного перемешивания коагулянта со всей массой воды служат смесители. Наибольшее распространение получили перегородчатые, дырчатые и вихревые смесители.

Перегородчатый смеситель – это лоток с тремя вертикальными поперечными перегородками, имеющими попеременно центральные и боковые проходы. Перемешивание коагулянта с водой происходит в результате интенсивных завихрений потока.

В дырчатом смесителе перемешивание осуществляется под воздействием завихрений, образующихся при проходе воды через отверстия в поперечных перегородках.

В вертикальном (вихревом) смесителе перемешивание осуществляется вследствие турбулизации вертикального потока. Смеситель может быть квадратного или круглого сечения в плане с пирамидальной или конической нижней частью.

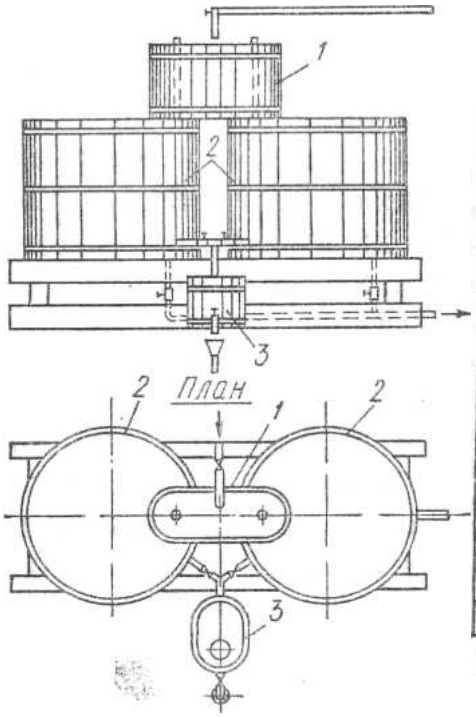


Рисунок 6.41 – Устройство для приготовления раствора реагентов

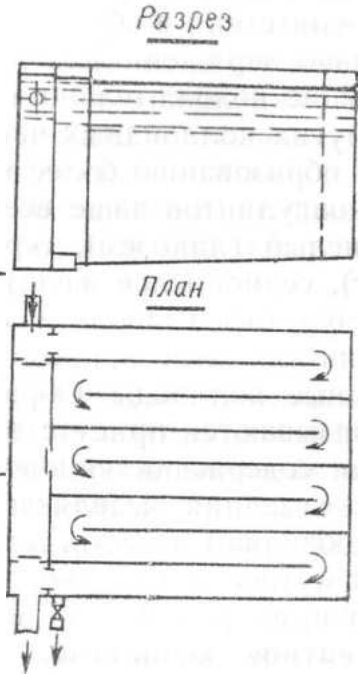


Рисунок 6.42 – Перегородчатая камера хлопьеобразования

Допускается смешивать реагенты с водой в трубопроводах и насосах, подающих воду на очистные сооружения.

Камеры хлопьеобразования. В этих камерах происходит образование хлопьев в процессе плавного перемешивания обрабатываемой воды с раствором коагулянта. Вода в камере в течение 10–40 мин постепенно перемещается от места впуска до выпуска. Скорость движения воды в камере должна

быть такой, чтобы хлопья в ней не выпадали и не разбивались. Камеры хлопьеобразования бывают перегородчатые, лопастные, вихревые и др.

Перегородчатая камера (рисунок 6.42) представляет собой железобетонный резервуар, разделенный продольными перегородками на коридоры. Вода проходит по этим коридорам со скоростью 0,2–0,3 м/с. Число рабочих коридоров может меняться в зависимости от мутности воды.

Лопастные камеры хлопьеобразования могут быть с вертикальным и горизонтальным расположением вала мешалок. В одной камере располагаются две или несколько мешалок. Каждая мешалка имеет от двух до шести лопастей. Вода в камерах находится в течение 20–30 мин, двигаясь со скоростью 0,2–0,5 м/с.

Вихревая камера хлопьеобразования представляет собой расширяющийся кверху конический или пирамидальный резервуар, в который вода поступает снизу. В результате движения воды с уменьшающейся скоростью боковые слои воды подсасываются в основной поток, что способствует хорошему ее перемешиванию.

Отстойники. Процесс отстаивания основан на том, что при малых скоростях движения воды взвешенные в ней частицы под действием силы тяжести осаждаются на дно. Скорость осаждения частиц зависит от их размеров, формы, удельного веса и температуры воды.

Источники водоснабжения характеризуются различным содержанием в воде взвешенных частиц, т.е. имеют разную мутность. В связи с этим продолжительность отстаивания воды будет различной. Осветляемая вода может двигаться в отстойнике в горизонтальном, вертикальном или радиальном направлении. В зависимости от направления потока различают отстойники горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Горизонтальные отстойники применяют на очистных станциях производительностью более 30 000 м^3/сут.

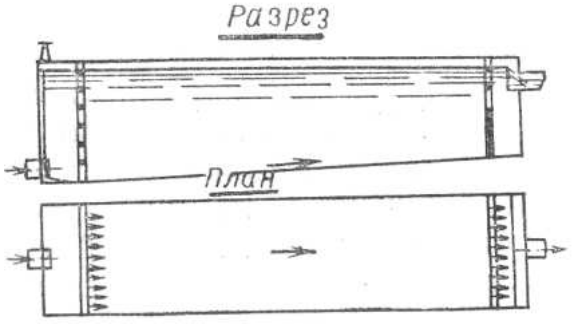


Рисунок 6.43 – Горизонтальный отстойник

В горизонтальном отстойнике (рисунок 6.43), представляющем собой прямоугольный резервуар, вода поступает с торца и движется вдоль длинной стороны резервуара. Относительно равномерное движение воды по всему поперечному сечению отстойника достигается устройством дырчатых перегородок, водосливов, распределительных и сборных желобов. Для равномер-

ного отвода воды из отстойника на расстоянии 1–2 м перед задней торцовой стенкой устанавливают дырчатую перегородку.

Нижнюю часть перегородки на 0,3–0,5 м выше зоны накопления и уплотнения осадка делают сплошной (без отверстий). Глубина зоны осаждения принимается равной 2,5–3,5 м, а ширина секции отстойника – не более 6 м. Днище горизонтальных отстойников имеет уклон к приямку для осадка, расположенному в начале отстойника. Осадок, накапливающийся в отстойнике, периодически удаляют механизированным или гидравлическим способом.

При горизонтальных отстойниках следует предусматривать камеры хлопьеобразования перегородчатого или вертикального типа со слоем взвешенного осадка или без него. В последние годы находят распространение горизонтальные отстойники с рассредоточенным по площади сбором воды через затопленные отверстия.

Вертикальные отстойники, устраиваемые на малых очистных станциях производительностью до 3000 м^3/сут, представляют собой круглый или квадратный в плане резервуар с коническим или пирамидальным днищем с углом наклона стенок 50–70°. Вода поступает по трубопроводу в центральную трубу, опускается в нижнюю часть отстойника, затем поднимается в его рабочей части и переливается через водослив в круговой лоток. Иногда вместо центральной трубы устраивают камеру хлопьеобразования водоворотного типа (рисунок 6.44). В эту камеру вода поступает через сопла, из которых она выходит по касательной, создавая вращательное движение в камере.
В нижней части камеры устанавливают решетки из щитов для гашения вращательного движения воды.

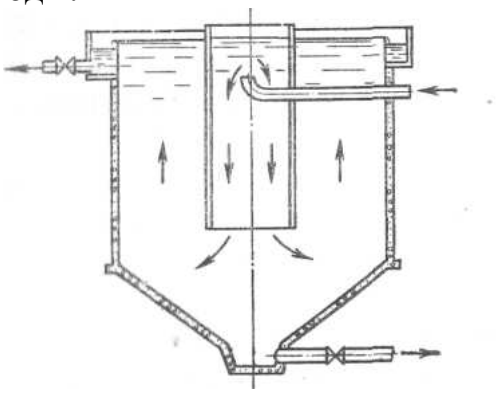


Рисунок 6.44 – Вертикальный отстойник

Осветление происходит при условии, что скорость восходящего потока воды меньше скорости осаждения взвешенных частиц. Тогда эти частицы выпадают на дно. Осадок периодически удаляется самотеком по иловой трубе без прекращения работы отстойника. Скорость восходящего потока воды v принимают в пределах 0,5–0,75 мм/с.

Диаметр отстойника не должен превышать 10 м, а отношение диаметра вертикального остойника к высоте зоны осаждения должно быть не больше 1,5. Если диаметр отстойника превышает 4 м, то кроме кругового лотка

устраивают радиальные желоба. Число отстойников на очистной станции должно быть не менее двух.

Площадь поперечного сечения вертикального отстойника слагается из площади зоны осаждения и площади камеры хлопьеобразования. Площадь камеры хлопьеобразования определяется из расчета пребывания воды в ней в течение 15–20 мин. Высота камеры назначается в пределах 3,5–4,5 м.

Радиальные отстойники применяют преимущественно в промышленных системах водоснабжения на очистных станциях большой производительности при высоком содержании в воде взвешенных частиц. В этих отстойниках вода подается в центр, а затем движется в радиальном направлении и сливается в периферийный сборный желоб, из которого отводится по трубе. Как и в отстойниках других типов осветление здесь происходит вследствие создания малых скоростей движения, при которых взвешенные частицы выпадают на дно. Радиальные отстойники имеют диаметр 20–60 м, глубину 3–5 м в центре и 1,5–3 м на периферии. Преимущество этих отстойников состоит в том, что их конструкция позволяет осуществлять постоянное удаление осадка механизированным способом без прекращения работы отстойников.

Осветлители. Условия осветления воды значительно улучшаются при пропуске ее через слой взвешенного осадка. Частицы взвешенного осадка способствуют большему укрупнению хлопьев коагулянта. Крупные хлопья могут задержать больше взвешенных частиц, содержащихся в осветляемой воде. На этом принципе работают сооружения, называемые *осветлителями со взвешенным осадком.*

Осветлители при равных объемах имеют более высокую производительность, чем отстойники, и требуют меньшего расхода коагулянта. Для удаления воздуха, пузырьки которого могут взмучивать взвешенный осадок в осветлителе, воду предварительно направляют в воздухоотделитель.

Осветлитель коридорного типа (рисунок 6.45) представляет собой прямоугольный резервуар. Коагулированная вода поступает в осветлитель по трубе 9 и через дырчатые трубы 1 распределяется в нижней (рабочей) части 2 осветлителя. Скорость движения воды в рабочей части должна быть такой, чтобы хлопья коагулянта находились во взвешенном состоянии. Этот взвешенный слой способствует задержанию взвешенных частиц. Степень осветления воды при этом значительно больше, чем в обычном отстойнике. Выше рабочей части находится защитная зона 3, где взвешенного слоя нет. Осветленная вода отводится по лоткам 4 и трубе 10 для последующей обработки. Избыточное количество осадка подсасывается трубой 5 через окна 6 в осадкоуплотнитель 7, откуда уплотненный осадок периодически или непрерывно сбрасывается в канализацию по трубам 8. Скорость восходящего потока в рабочей части осветлителя принимают в пределах 1–1,2 мм/с. Высота слоя взвешенного осадка составляет 2–2,5 м, а высота зоны осветления 1,5–2 м. Время уплотнения осадка в осадкоуплотнителе от 3 до 12 ч.

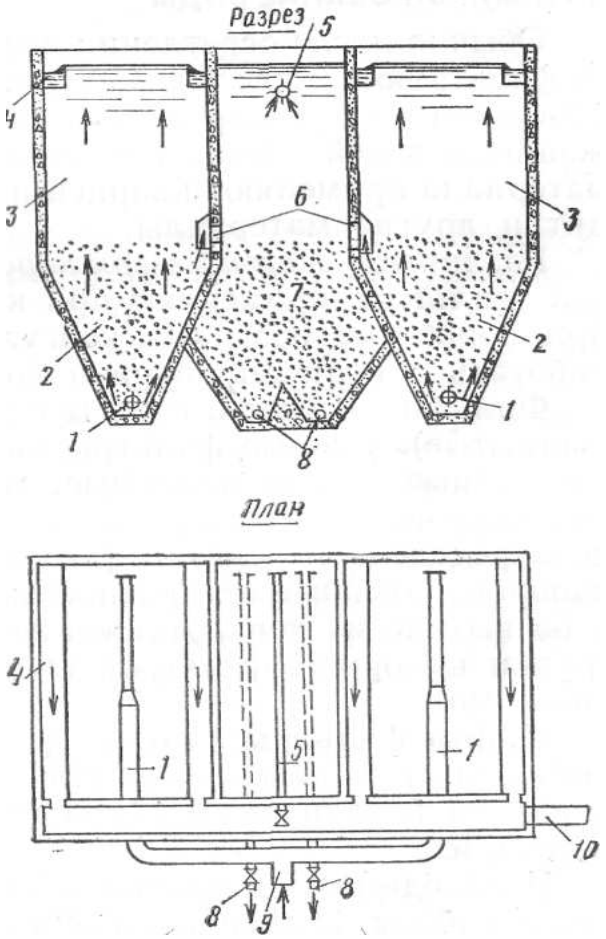


Рисунок 6.45 – Осветлитель коридорного типа

Обычно после осветления воды в отстойниках или осветлителях ее фильтруют. Для фильтрования воду пропускают через слой мелкозернистого фильтрующего материала, задерживающего содержащиеся в ней частицы мелкой взвеси. В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, гравий, дробленый антрацит и другие материалы.

Различают *скорые, сверхскоростные* и *медленные* фильтры. Скорые фильтры применяют при коагулировании воды, медленные – при обработке воды без коагулирования, сверхскоростные могут работать с коагулированием воды и без него.

6.16.3 Фильтрование воды

Фильтры бывают открытые (безнапорные) и напорные (закрытые). Скорые фильтры чаще всего бывают открытые, сверхскоростные всегда напорные, медленные всегда открытые. Движение воды через безнапорные, или самотечные фильтры, заполненные до определенной отметки фильтрующей загрузкой, происходит под напором, создаваемым разностью отметок уровней воды в фильтре и на выходе из него. Движение воды через слой фильтрующей загрузки напорных фильтров происходит под напором, создаваемым насосами.

Скорые фильтры. Скорый фильтр представляет собой загруженный фильтрующим материалом резервуар, снабженный устройствами для подачи воды, сбора профильтрованной воды и промывки загрузки.

Необходимость в промывке загрузки объясняется тем, что в процессе работы фильтр постепенно засоряется и его гидравлическое сопротивление увеличивается. Промывку производят чистой водой в направлении снизу вверх. Частота промывки фильтра зависит от качества сырой воды и обычно не превышает 1–2 раза в сутки.

По конструкции различают открытые скорые фильтры однопоточные с движением воды только сверху вниз и двухпоточные – с одновременным движением воды сверху вниз и снизу вверх. Однопоточные фильтры могут иметь загрузку из однородного фильтрующего материала или из различных материалов – двух- или многослойные фильтры.

Выбор той или иной системы фильтров определяется технологическими и технико-экономическими показателями.

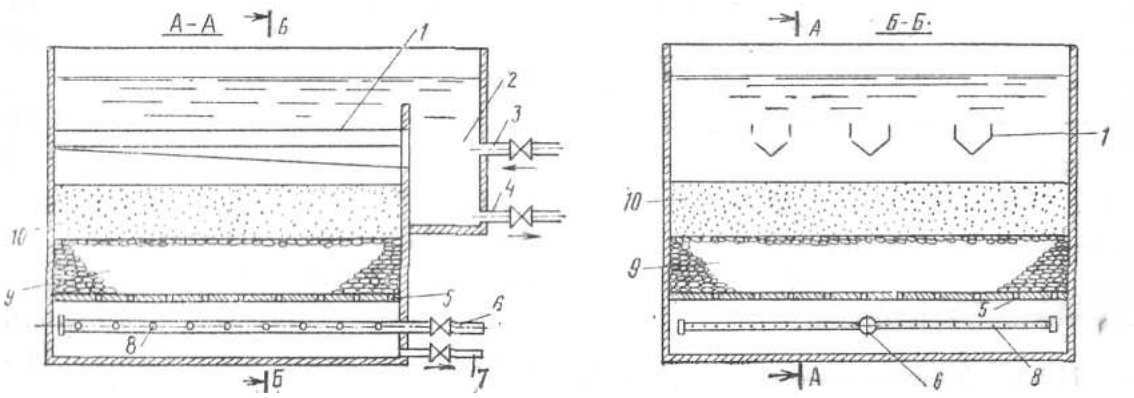


Рисунок 6.46 – Однопоточный открытый скорый фильтр

В *однопоточных открытых скорых фильтрах* (рисунок 6.46) коагулированная и осветленная вода подается по трубопроводу 3 в карман 2. Проходя фильтрующую загрузку 10 и поддерживающий гравийный слой 9, вода через дырчатое днище 5 поступает в дренаж 8, откуда по трубопроводу 6 направляется в резервуар чистой воды. Труба 7 служит для опорожнения фильтра на время его ремонта. Промывная вода при промывке подается по трубопроводу 6, проходит поддерживающий гравийный слой 9 и фильтрующую загрузку 10 и сбрасывается в промывные желоба 1. Затем загрязненная промывная вода по трубопроводу 4 направляется в водосток.

Толщина фильтрующей загрузки зависит от крупности слагающих ее зерен песка и принимается в пределах 0,7–2 м. При этом расчетные скорости фильтрования при нормальном режиме составляют 5,5–10 м/ч.

В последние годы стали применять двухслойные фильтры, загружаемые сверху на высоту 400–500 мм дробленым антрацитом, а ниже на высоту 600–700 мм кварцевым песком. Такие фильтры обладают большей грязеемкостью, чем фильтры, загруженные только песком. Производительность двухслойного фильтра почти в 2 раза больше производительности однослойного.

Поддерживающий гравийный слой устраивают высотой 650 мм из частиц крупностью от 2 до 40 мм. Крупность загрузки увеличивается сверху вниз. Гравийный слой служит для предотвращения вымывания фильтрующего материала.

Назначение дренажа – равномерное отведение профильтрованной воды. Различают дренажи большого и малого сопротивления. Последние в настоящее время почти не применяются. Дренажи большого сопротивления бывают трубчатые и колпачковые. В последнее время широкое распространение получили также щелевые дренажи.

Они позволяют отказаться от гравийного поддерживающего слоя и тем самым уменьшить высоту фильтра.

Промывку фильтров проводят со скоростью, в 7–10 раз большей скорости фильтрования. Продолжительность промывки 5–8 мин.

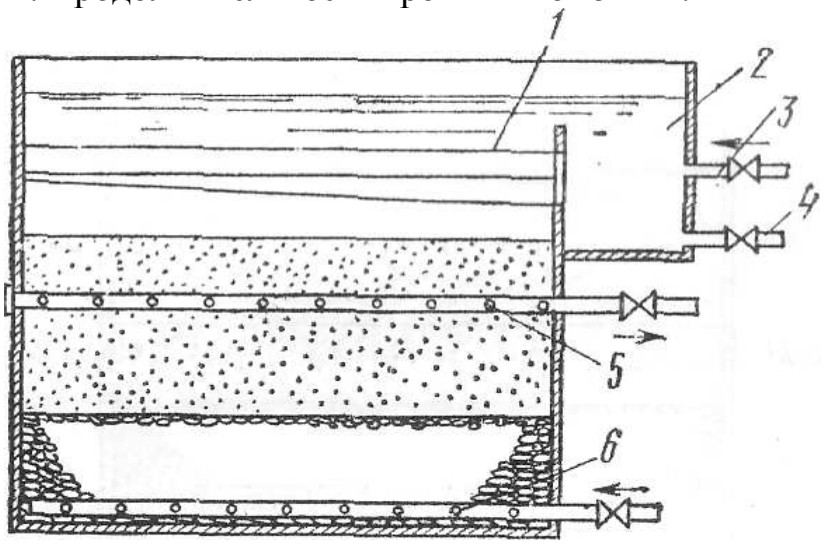


Рисунок 6.47 – Двухпоточный открытый скорый фильтр

В *двухпоточных открытых скорых фильтрах* (рисунок 6.47) основная масса воды проходит через фильтрующий материал снизу вверх, а часть воды, поступающей по трубе 3, карману 2 и желобу 1, фильтруется сверху вниз. Профильтровавшаяся вода отводится трубчатым дренажом 5, устраиваемым из щелевых асбесто-цементных или винипластовых труб.

Дренажная система располагается в толще фильтрующего слоя на расстоянии 500–600 мм от поверхности загрузки.

Промывная вода подается в дренаж 5 для взрыхления верхнего слоя песка. Интенсивность подачи воды 6–8 л/ (с · м^2). Затем промывная вода подается в распределительную систему 6 для промывки всего слоя загрузки. Интенсивность подачи воды 10–15 л/ (с·м^2). Загрязненная вода через желоб 1, карман 2 и трубу 4 сбрасывается в водосток.

Скорость фильтрования в двухпоточных фильтрах 12 м/ч.

Крупнозернистые скорые фильтры применяют для частичного осветления воды, используемой для технических целей на промышленных предприятиях. Эти фильтры бывают напорные и открытые. Для загрузки филь-

тров чаще всего применяют кварцевый песок крупностью 1–2,5 мм. Высота слоя загрузки 1,5–3 м. Скорость фильтрования 10–15 м/ч. Промывку крупнозернистых фильтров производят водой и воздухом в такой последовательности:

1) взрыхление фильтрующей загрузки водой;

2) водовоздушная промывка;

3) отмывка водой. Интенсивность промывки водой 6–8 л/ (с · м^2), воздухом – 15–25 л/ (с · м^2).

Сверхскоростные фильтры по конструкции бывают вертикальные и горизонтальные. Поддерживающий гравийный слой в этих фильтрах не устраивают. В нижней части фильтра располагают трубы для промывки и продувки его воздухом. Наибольшее распространение получили вертикальные фильтры. Скорости фильтрования в таких фильтрах 25–100 м/ч. Применяют их для частичного осветления воды. Работа фильтров, регулирование скорости фильтрования и промывка фильтров автоматизированы. Для очистных станций большой производительности применяют горизонтальные фильтры, имеющие большую площадь фильтрования по сравнению с вертикальными. Потери напора в фильтрах достигают 10 м.

Медленные фильтры. Медленные фильтры применяют на очистных станциях малой производительности. По способу регенерации загрузки эти фильтры бывают двух типов:

1) с удалением загрязненного слоя;

2) с отмывкой загрязненного слоя непосредственно в фильтре путем механического рыхления слоя и гидравлического удаления загрязнений.

Высоту слоя загрузки песка крупностью 0,3–2 мм принимают равной 850 мм и гравия крупностью 2–40 мм – равной 450 мм. При регенерации с отмывкой загрузки непосредственно в фильтре ширина секции фильтров должна быть не более 6 м, длина – не более 60 м. Слой воды над поверхностью загрузки равен 1,5 м. Скорость фильтрования для медленных фильтров составляет 0,1–0,2 м/ч.

Контактные осветлители представляют собой сооружения комбинированного типа. В них совмещаются процессы хлопьеобразования, отстаивания и фильтрования. Это позволяет значительно уменьшить объем сооружений. Принцип работы контактного осветлителя состоит в том, что при фильтровании воды через слой зернистой загрузки на поверхности слагающих ее зерен сорбируются взвешенные и коллоидные частицы.

Движение воды в контактных осветлителях происходит снизу вверх. Скорость фильтрования 4–5 м/ч. Для загрузки осветлителей применяют гравий и кварцевый песок. Гравийный поддерживающий слой имеет крупность зерен 2–32 мм и высоту 350–500 мм. Высота фильтрующего слоя песка 2000–2300 мм при эквивалентном диаметре зерен 0,7–2 мм.

Загрузку промывают восходящим потоком воды и воздуха. Для равномерного распределения воды и воздуха применяют трубчатую распредели-

тельную систему большого сопротивления с поддерживающим гравийным слоем или без него. Режим водовоздушной промывки назначают следующий:

1) продувка 1–1,5 мин;

2) совместная промывка водой и воздухом в течение 6–7 мин с интенсивностью подачи воды 2–3 л/ (с · м^2);

3) последующая промывка водой с интенсивностью 6–7 л/ (с · м^2) в течение 4–6 мин.

Контактные осветлители могут работать с постоянной скоростью фильтрования в период рабочего цикла и с переменной скоростью, убывающей к концу цикла.

6.16.4 Обеззараживание воды

Вода поверхностных источников, как правило, содержит болезнетворные бактерии. В результате отстаивания и фильтрования из воды удаляется до 95% бактерий. Для уничтожения оставшихся бактерий воду обеззараживают. С этой целью используют жидкий хлор, гипохлорит натрия, растворы гипохлоритов, полученные электролитическим путем, озон, двуокись хлора и бактерицидное облучение. Воду в хозяйственно-питьевых водопроводах, питающихся из подземных источников, обеззараживают в случае возможного попадания в эти источники болезнетворных бактерий.

Хлорирование. Наиболее распространенным методом обеззараживания является хлорирование. Для хлорирования используют хлорную известь или газообразный хлор.

Хлорную известь применяют при малых расходах воды. При введении в воду хлорная известь распадается на гипохлорит кальция и хлористый кальций. Гипохлорит кальция реагирует с углекислотой или бикарбонатами кальция, находящимися в воде, образуя хлорноватистую кислоту, которая легко распадается с образованием атомарного кислорода, оказывающего бактерицидное действие. При введении в воду газообразного хлора образуются хлорноватистая и соляная кислоты. Хлорноватистая кислота распадается с выделением атомарного кислорода. Необходимый эффект хлорирования достигается в результате хорошего перемешивания и 30-минутного контакта хлора с водой. Такой контакт происходит в контактном резервуаре или в трубопроводе, подающем воду потребителям.

Вода, поступающая к потребителям, должна содержать в 1 л 0,3–0,5 мг хлора (так называемый остаточный хлор), что свидетельствует о достаточности введенной дозы хлора для полного обеззараживания воды. На 1 л фильтрованной воды вводят 2–3 мг хлора, а на 1 л нефильтрованной речной воды – до 6 мг хлора.

Обычно применяют двойное хлорирование, добавляя хлор перед отстаиванием и после фильтрования.

Для дозирования хлора служат хлораторы. По принципу работы их делят на вакуумные и напорные. Напорные хлораторы имеют тот недостаток,

что в них газообразный хлор находится под давлением выше атмосферного и поэтому возможны утечки газа, который очень ядовит. Вакуумные хлораторы не имеют этого недостатка.

Хлор доставляют на станцию в сжиженном виде в баллонах. Из этих баллонов хлор переливают в промежуточный баллон, где он переходит в газообразное состояние. Газ поступает в хлоратор. Здесь он растворяется в водопроводной воде, образуя хлорную воду, которая вводится в трубопровод, транспортирующий воду, предназначенную для хлорирования.

При повышении дозы хлора в воде остается неприятный запах. Такую воду необходимо дехлорировать. Для предотвращения образования хлорфенольного запаха на станциях в воду подают газообразный аммиак.

Для приготовления гипохлорита натрия электролитическим способом непосредственно на очистных сооружениях служат электролизеры с графитовыми пластинчатыми или засыпными магнетитовыми электродами. Электролизеры должны располагаться в изолированном помещении.

Озонирование. Сущность процесса обеззараживания воды озоном заключается в окислении бактерий атомарным кислородом, образующимся при распаде озона. Озон одновременно уменьшает цветность, запахи и привкусы воды.

Для обеззараживания 1 л воды подземных источников требуется 0,75–1 мг озона, а 1 л фильтрованной воды поверхностных источников 1–3 мг озона.

Озон в виде озоно-воздушной смеси получают в электрических озонаторах из кислорода воздуха. В состав озонаторной установки входят сооружения для синтеза озона и для смешения озона с водой. Подготовка воздуха для синтеза состоит в задержании взвешенных частиц на фильтре, осушке воздуха в адсорберах с силикагелем или алюмогелем. Подготовленный воздух направляется в озонаторы.

Перемешивание полученной озоно-воздушной смеси с водой производится барботированием в колоннах, резервуарах. Применяют для этого также эжекторы-смесители и механические мешалки.

Бактерицидное облучение. Этот метод обеззараживания воды осуществляется с использованием ультрафиолетовых лучей, обладающих бактерицидными свойствами. Применяют его для обеззараживания небольших расходов воды подземных источников, а также фильтрованной воды поверхностных источников. В качестве источников излучения служат ртутно-кварцевые лампы высокого или низкого давления.

Эффект обеззараживания зависит от продолжительности и интенсивности излучения. Различают напорные бактерицидные установки, располагаемые на напорных или всасывающих трубопроводах, и безнапорные, устанавливаемые на горизонтальных трубопроводах или в специальных каналах.

Обеззараживание ультрафиолетовыми лучами не применяется для воды высокой мутности.

7 МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЪЕКТА И НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Атмосфера – газовая оболочка Земли. Она имеет четко выраженное слоистое строение в первую очередь по такому показателю, как температура. Наиболее плотный слой воздуха, прилегающий к земле, носит название тропосфера. В тропосфере содержится до 80% всей влаги, наблюдаются мощные вертикальные потоки воздуха, она характеризуется неустойчивостью температуры, относительной влажностью, давлением и т.д. В тропосфере протекают процессы, определяющие погоду.

При рассмотрении проблемы охраны атмосферного воздуха с гигиенических позиций обычно её обсуждение ограничивается зоной атмосферы, соответствующей тропосфере, ибо все загрязнения атмосферы обусловлены деятельностью человека.

Главные источники загрязнения атмосферы – промышленные предприятия, автомобильный транспорт, животноводческие комплексы и повышенная пыль при сильных ветрах.

Основным фактором, определяющим распространение атмосферных загрязнений, является ветер, его скорость и направление. В связи с изменением направления ветра меняется и факел выбросов, поэтому уровень содержания загрязнителей в одной и той же точке при прочих равных условиях может существенно отличаться от фоновых величин до чрезвычайно высоких концентраций. Вместе с тем, чем больше скорость ветра, тем меньше концентрация атмосферных загрязнений.

Важнейшим фактором, определяющим скорость разбавления загрязнений в атмосфере, а следовательно, и удельное содержание загрязнителей, служит вертикальный температурный градиент. Речь в данном случае о том, что в обычных условиях температура воздуха падает с подъемом на высоту.

Большое значение в уровне содержания загрязнений в воздухе имеет его влажность. Чаще всего с повышением влажности воздуха возрастает концентрация вредных веществ. Это обусловлено тем обстоятельством, что при высоких уровнях влажности воздуха увеличивается конденсация водяных паров на частицах. Она становится тяжелее и скапливается в приземном слое.

Наконец, уровень содержания в воздухе тех или иных загрязнителей зависит от величины выбросов и расстояния от источника загрязнения.

7.1 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на организм человека и санитарные условия жизни населения

Случаи острого воздействия атмосферных загрязнений, приводящие к тяжелым расстройствам состояния здоровья, даже смерти, привлекли внимание не только медицинских работников, но и мировой общественности. Пра-

вительства отдельных стран (Англии, США и др.) были вынуждены организовать изучение этой проблемы. В последующем результаты научных исследований в этой области были положены в основу ряда рекомендаций, направленных на предупреждение подобных катастроф.

Относительно низкие концентрации загрязнителей при длительном воздействии на человека также могут ухудшить состояние здоровья. Так, в районах с высокой степенью загрязнения атмосферы наблюдается более высокая общая смертность, а также и смертность от заболеваний органов дыхания по сравнению с районами, где степень загрязнения незначительна. В городских районах обычно заболеваемость бронхитом почти в два раза превышает таковую в сельских районах. Наконец, результаты исследований, проведенных в различных странах, свидетельствуют о том, что частота случаев респираторных заболеваний у школьников, проживающих в городских районах с высоким уровнем загрязнения воздуха, выше по сравнению со школьниками, живущими в районах с относительно чистым воздухом.

С загрязнением атмосферного воздуха ряд ученых связывает рост частоты возникновения злокачественных новообразований легких. Об этом свидетельствуют более широкая распространенность этого заболевания в городах, присутствие в загрязненном воздухе специфических веществ, способных вызывать рак в экспериментальных условиях. Кроме того, общая тенденция увеличения заболеваемости раком легких совпадает с тенденцией увеличения загрязненности воздуха, которая, по мнению этих авторов, увеличивается с ростом населения городов. В таблице 7.1 представлены данные иностранных авторов, подтверждающие высказанные положения.

Таблица 7.1 – Смертность от рака легких среди мужчин в возрасте 50–59 лет

Населенный пункт	Частота на 100 тысяч человек	
	не курящие	курящие
Город с населением более 50 тысяч	14,7	85,2
Город с населением 10–15 тысяч	9,3	70,9
Пригороды и малые города	4,7	71,7
Сельские пункты	Менее 1,0	65,2

Данные таблицы позволяют рассматривать курение в качестве важнейшей причины возникновения рака легких. В то же время, несмотря на то что более высокий уровень заболеваемости раком легкого в городах факт установленный, роль атмосферных загрязнений как одного из ведущих «городских факторов», способствующих развитию злокачественных новообразований, до сих пор по установлена. Более того, получены такие материалы, которые не подтверждают зависимости «степень загрязнения – частота развития опухолей».

При оценке последствий влияния загрязнений атмосферного воздуха на организм человека необходимо коснуться и проблем, связанных с резким ростом автомобильного транспорта. Речь идет о загрязнении воздуха, что впервые обратило на себя серьезное внимание в Лос-Анджелесе (Южная Калифорния, США). Этот город с огромным парком автомобилей (в районе Лос-Анджелеса насчитывалось более 2,5 млн автомобилей) расположен на узкой равнине вдоль Тихоокеанского побережья и с трех сторон окружен горами. Горы задерживают ветры, дующие со стороны океана, и в зоне города воздух перемещается в горизонтальном направлении с относительно малой скоростью. Периодически в Лос-Анджелесе летом и ранней осенью в период штилей создается высокий уровень загрязнения атмосферы, в первую очередь за счет выхлопных газов автомобилей. При этом ухудшается видимость за счет дыма и пыли субмикронных размеров (образование мглы), появляются массовые жалобы среди населения на раздражение слизистых оболочек глаз, носа и глотки. Считается доказанным, что газы и аэрозоли, образующиеся в результате работы двигателя внутреннего сгорания, не способны вызвать раздражения слизистых. Согласно современным представлениям, в атмосфере под воздействием ультрафиолетовых лучей наблюдается ряд фотохимических реакций между окислами азота и углеводородами (главным образом, олефинами), попадающими в воздух при сгорании нефтепродуктов. Эти реакции связаны и с повышением концентраций озона в воздухе. Однако до последнего времени остается неясным, какие продукты и соединения обусловливают образование мглы и раздражающий эффект при действии на слизистые оболочки.

Наконец, при пребывании человека в зоне высокой концентрации выхлопных газов возможно развитие нарушений, обусловленных выпадением окиси углерода. Это объясняется тем, что окись углерода, связываясь с гемоглобином эритроцитов, образует соединение карбоксигемоглобин, не способное переносить кислород. Последнее может особенно неблагоприятно сказываться на состоянии здоровья лиц, страдающих выраженной недостаточностью сосудов сердца или перенесших инфаркт миокарда.

Задымленность атмосферного воздуха обуславливает ухудшение микроклимата городов: увеличение частоты туманов и пасмурных дней, снижение прозрачности атмосферы и связи с этим снижение видимости и освещенности, уменьшение интенсивности ультрафиолетовой радиации.

Многочисленные исследования проведены по оценке влияния задымленности воздуха на прозрачность атмосферы. Высокая задымленность воздуха может приводить к снижению прозрачности на 30% и более. При значительной ценности воздуха резко снижается и рассеянная радиация (в чистом виде рассеянная солнечная радиация наблюдается в облачные дни). Среднегодовая потеря рассеяной освещенности в городах по сравнению с загородной зоной может достигать 40–50%. Поэтому в таких городах позднее наступает рассвет, раньше темнеет, а это в свою очередь приводит к возрастанию потребления электроэнергии. Наконец, следует отметить резкое снижение при запыленности воздуха интенсивности ультрафиолетовой части солнечно-

го спектра, обладающей эритемным (загарным) и бактерицидным действием (до 50% и более).

Загрязнение воздуха ухудшает общесанитарные условия жизни населения, так как увеличиваются затраты на уборку квартир и мытье окон, стирку белья, чистку одежды и т.п. Наконец, следует отметить экономический ущерб, наносимый загрязнителями атмосферы в результате коррозии металлов и необходимости использования защитных покрытий и затраты на поддержание в должном состоянии внешнего вида жилых домов и других построек.

Серьезный вред наносит загрязненный воздух строительным материалам, металлам, тканям, бумаге, коже, резине.

Ряд строительных материалов, содержащих известняк, разрушается в случае высокого содержания в воздухе углекислого газа. При высокой влажности в этом случае образуется углекислота, которая и является действующим началом. При высокой влажности сернистый газ, вступая в реакцию с водой, дает начало кислоте, вызывающей коррозию металлов. Действием серосодержащих веществ покрывается зеленой патиной. Окислы серы и серная кислота вызывают порчу бумаги и текстильных изделий. Они становятся хрупкими, уменьшается и прочность кожаных изделий.

Один из наиболее опасных врагов растений – сернистый газ. Он не относится к ядам, которые накапливаются в растении и медленно отравляют его. В тех случаях, когда концентрация сернистого газа невелика, растение живет и развивается нормально, но как только его содержание превысит некоторое пороговое значение, растение постепенно погибает. Поступая через устьица, газ вызывает угнетение жизнедеятельности клеток листа. Вначале затронутые части листа покрываются пятнами и усыхают. В дальнейшем остается только зеленая сеть прожилок. Затем усыхают и они. Лист становится рыжевато-коричневым и погибает. Чувствительность растений к этому газу неодинакова. Такие растения, как хлопок, салат, люцерна, наиболее чувствительны, сливовые деревья обладают средней чувствительностью, дуб, дыня наиболее устойчивы.

В отличие от сернистого газа соединения фтора обладают кумулятивными свойствами (свойствами, обусловленными накоплением соединений фтора в растениях). Первые изменения обычно обнаруживаются по краям листа, затем они распространяются на весь лист. Окраска листа становится рыжевато-коричневой или бурой. Ставшие хрупкими, части листьев опадают, и на растении остаются одни обломки листвы.

Озон действует на часть листа, которая находится непосредственно под кожицей. При этом образуются своеобразные пятна, сливающиеся в затейливый узор.

Экономический ущерб, наносимый атмосферными загрязнителями сельскому хозяйству пригородных зон крупных, промышленных городов, может достигать внушительных цифр. Атмосферные загрязнения отрицательно влияют не только на сельскохозяйственные культуры, но и лесное хозяйство, ибо уменьшается естественный прирост древесины.

7.2 Мероприятия и средства по санитарной охране атмосферного воздуха

Итак, объем загрязнений, поступающих в атмосферный воздух в настоящее время настолько велик, что процессы самоочищения для многих случаев потеряли свое ведущее значение. Необходимо предупреждать неограниченный выброс загрязнителей в воздух.

Возникает вопрос, а каковы должны быть критерии ограничений? Может быть, следует требовать такой степени чистоты атмосферы в населенных пунктах и прилегающих районах к промышленным объектам, которая свойственна естественной природной среде, не загрязненной человеком?

Вполне понятно, что такая постановка вопроса в определенной степени хотя и носит схоластический характер, так как в большинстве случаев полностью исключить поступление загрязнений в воздух не представляется возможным, вместе с тем в отдельных производствах за счет строительства сложных систем очистки (при значительных экономических затратах) уже возможно добиться почти стопроцентного извлечения загрязнителей из газообразных отходов.

Ученые считают, что нет никакого основания утверждать, что любое изменение среднего состава атмосферного воздуха может оказывать отрицательное влияние на человека. В организме человека, его выделениях всегда обнаруживаются мышьяк, свинец, радий, уран и другие вещества, известные как чрезвычайно опасные, токсичные продукты. Но «для каждого яда (по мнению одного из крупнейших токсикологов нашей страны Н.В. Лазарева) есть известная граница эффективных концентраций или доз, опустившись ниже которой, мы не будем наблюдать какого бы то ни было вредного действия...». Советская гигиеническая наука, накопившая громадный опыт решения самых сложных вопросов в области охраны здоровья населения, предложила использовать при осуществлении мероприятий по охране атмосферного воздуха в качестве главного отправного критерия предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ.

Гигиеническое обоснование ПДК, которое было осуществлено в нашей стране впервые в мире в 50-е годы под руководством профессора В.А. Рязанова, касалось в первую очередь наиболее распространенных загрязнителей, таких как пыль, сажа, сернистый газ, сероводород, окись углерода. Следует отметить, что уже в этот период рекомендации по ПДК указанных ингредиентов опирались на результаты довольно сложного комплекса важных исследований в этой области. Профессор В.А. Рязанов включал определение порогов острого и хронического токсического действия на организм экспериментальных животных, порогов ощущения запаха человеком и порогов раздражающего действия на слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, изучение заболеваемости в микрорайонах с чистым и загрязненным воздухом, оценку косвенного действия загрязнений на человека (речь в этом случае идет о таких концентрациях дыма я пыли, которые заметно снижают прозрачность атмосферы, уменьшают освещенность жилищ, снижают напряже-

ние ультрафиолета, части солнечного спектра, увеличивают число туманных дней и т.п.), влияние загрязнений на бытовые условия и зеленые насаждения.

В том случае, когда поступающее в атмосферный воздух вещество не обладало ни запахом, ни раздражающим действием на слизистые оболочки, ни вредным влиянием на растительность в тех концентрациях, которые уже не безразличны для здоровья человека, в качестве главного показателя, регламентирующего величину ПДК, рассматривался порог токсического действия (например, ПДК для CO); если газ был ощутим по запаху в таких концентрациях, которые были намного меньше по сравнению с пороговыми по токсическому действию на организм и растительность, в качестве главного критерия использовался порог ощущения по запаху (например, ПДК для H_2S) и т.д. загрязнителя атмосферного воздуха использовался принцип «узкого места», который большинством ученых рассматривается как ведущий при решении вопросов защиты биосферы.

К настоящему времени разработаны и утверждены для атмосферного воздуха ПДК более 120 элементов и соединений.

Учитывая лавинообразное нарастание в последние годы синтеза новых, ранее неизвестных веществ и соединений, могущих при промышленном производстве поступать в атмосферный воздух, гигиеническая наука усиливает поиск в области совершенствования методических приемов по обоснованию ПДК, в первую очередь с целью сокращения объема и сроков проведения исследований, путем изыскания новых экспресс-методов и разработки вопросов прогнозирования с учетом оценки канцерогенного, генетического и других форм воздействия атмосферных загрязнителей (Г.И. Сидоренко).

Таким образом, предельно допустимые концентрации – ведущий критерий всех мероприятий по охране атмосферного воздуха. Эти мероприятия можно условно разделить на следующие группы: рационализация технологии, пыле- и газоочистка, планировка и организация санитарно-защитных зон, санитарный надзор и контроль за чистотой воздуха в промышленных центрах.

При рационализации технологии с целью снижения загрязненности атмосферного воздуха можно идти по пути замены сырья или топлива, модификации самих технологических процессов, модификации или замены технологического оборудования, изменения организации работы.

Изменение сырья может быть с успехом осуществлено в тех случаях, когда устранение из него отдельных примесей не влияет существенным образом на технологический процесс. Например, замена бокситовых флюсов на фтористый шпат в доменном процессе может существенно снизить выброс специфических продуктов.

Использование углей с низкой зольностью и содержанием серы может привести к уменьшению выброса сажи, дыма и сернистого газа.

Максимальная теплофикация городов, помимо экономической выгоды, ведет к ликвидации большого количества маломощных котельных установок, работающих с низким коэффициентом полезного действия и дающих значи-

тельный выброс сажи. Использование в качестве топлива природного газа способствует решению проблемы запыленности атмосферного воздуха городов. Сказанное в полной мере относится и к автотранспорту. Перевод грузового автотранспорта на газообразное топливо позволит уменьшить степень загазованности автострад с интенсивным движением.

Разработка новых типов автомобильных двигателей, таких как электродвигатели, двигатели, представляющие собой комбинацию двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя, газовые турбины и другие силовые установки (топливные камеры, паровые двигатели), развитие высокоэффективных систем городского транспорта позволяет кардинально решить проблему загазованности автомобильными выхлопами атмосферы городов.

При изменении технологии в целях уменьшения атмосферных загрязнений обычно исключают или вводят дополнительные производственные операции для уменьшения загрязнения атмосферы. Так, при сплавлении латуни в печах непрямого нагрева используется флюсующийся материал, окутывающий поверхность расплавленного металла, что препятствует усиленному его испарению и избыточному улетучиванию металлических паров.

Изменение производственного оборудования в качестве способа уменьшения выброса может включать замену одних типов аппаратов на другие, их модификацию и, наконец, и исправление оборудования, работающего не в оптимальном режиме. В качестве примера этого принципа можно привести улучшение в конструкции двигателя внутреннего сгорания и правильность его регулирования в процессе эксплуатации.

Когда речь идет об изменениях организации работы, имеется в виду использование оптимальных режимов разжигания и очистки топок и подачи в них топлива, прекращение ряда технологических процессов в случае неблагоприятных метеорологических условий и т.п.

При современных технологических процессах чаще всего количество пыле- и газообразных отходов, могущих поступить в атмосферный воздух, таково, что их содержание в атмосфере будет много выше предельно допустимых концентраций. Поэтому с целью достижения допустимых уровней необходимо проводить пыле- и газоочистку.

Для улавливания золы и пыли в настоящее время могут применяться различные системы. Простейшим устройством для задержки пыли является пылеотстойная камера, в которой пыль оседает за счет резкого замедления движения дымовых газов. Эффективность задержки пыли в таких устройствах, по вполне понятным причинам, невысока.

Несколько большей эффективностью обладает циклон, который представляет собой металлический цилиндр с коническим дном, центральной трубой и горизонтальной подводящей трубой. Дымовые газы или воздух подается в циклон под углом. Благодаря этому воздух в циклоне приобретает вращательное движение, опускаясь по спирали вниз, а затем через отводящую трубу вверх. Во время быстрого спиралеобразного движения газа

или воздуха частицы золы или пыли под действием центробежной силы отбрасываются к наружной стенке циклона и, потеряв здесь скорость, скользят вниз, скапливаясь в конической части устройства. В циклоне задерживаются главным образом крупные частицы. Так, эффективность задержки частиц размером около 50 мкм достигает 80%, а частиц размером 5 мкм – всего 11%. Обычно циклоны задерживают не более 50% пыли. Более эффективны мультициклоны. Мультициклон представляет собой объединение в один агрегат многих циклончиков небольших размеров с общей подачей запыленного газа или воздуха и общим бункером для пыли. Проникая внутрь каждого элементарного циклончика, газы получают вращательное движение вследствие наличия в нем направляющих лопастей. В мультициклоне задерживается до 65–70% пыли.

Более высокую эффективность задержки пыли имеют мокрые инерционные пылеуловители (скрубберы). В качестве примера можно привести описание скруббера, в котором дымовые газы, вращаясь по спирали, двигаются снизу вверх; отбрасываемая к стенкам пыли поглощается стекающей сверху пленкой воды. Эффективность мокрых золоуловителей достигает 90%.

Наиболее совершенной и эффективной системой по очистке дымовых газов от пыли является электрофильтр. Он представляет собой камеру, в которой помещаются электроды в форме трубы или пластин (осадительные электроды) и стальные нити. На нити подается высокое напряжение, а осадительные электроды заземляются. При высокой разнице потенциалов (при крокирующем разряде) проходящая в камере пыль получает заряд и задерживается на осадительных электродах. По мере накопления пыли электроды встряхивают и пыль ссыпается в бункер.

Эффективность работы электрофильтров зависит от размера пылинок. Крупная пыль задерживается хуже, чем мелкая. Поэтому с целью достижения хорошего эффекта по обеспыливанию применяют комбинации золоуловителей. Так, при очистке газа с помощью мультициклона и электрофильтра можно задержать до 96–98% пыли.

Очистка газообразных отходов от сернистого газа может быть осуществлена с помощью ряда методов: известкового магнезитового, аммиачного, каталитического. Процесс сероочистки при известковом методе производится следующим образом. Дымовые газы освобождаются при помощи мультициклона от золы, а затем они проходят через скруббер, орошаемый известковым молоком. Эффективность извлечения сернистого газа при этом способе может достигать 98%. Серьезным недостатком этого метода являются большой расход извести и образование значительных объемов неиспользуемых отходов. При магнезитовом методе в качестве поглотительного раствора применяют магнезитовое молоко (взвесь окиси магния), при аммиачном – раствор аммиака. Принцип улавливания сернистого газа при каталитическом методе основан на окислении его с помощью катализатора до серного ангидрида с последующим получением серной кислоты (20%). Имеются и

иные попытки утилизации сернистого газа. Однако до настоящего времени методы сероочистки газов являются убыточными, довольно сложными. Поэтому и в настоящее время ведутся изыскания новых, более экономичных и менее трудоемких процессов газоочистки от сернистых соединений.

Описанные выше отдельные устройства и методы газо- и пылеочистки относятся в первую очередь к дымовым газам, возникающим при сгорании топлива. В случае возникновения специфических отходов газообразного характера на предприятиях химической, металлургической промышленности и др. применяются соответствующие способы извлечения вредных веществ. Здесь важно подчеркнуть следующее положение. Эффективность извлечения пыли и газов из отходов почти никогда не достигает 100%, а повышение эффективности очистки на десятые доли при уже достигнутом хорошем ее уровне (например, 98%) требует необоснованно высоких капитальных затрат. Вместе с тем, несмотря на высокий эффект задержки пыли и газов с помощью того или иного метода, при значительном валовом образовании отходов количество поступающих в атмосферу загрязнителей может быть существенным. Так, при эффективности очистки дымовых газов от пыли, равной 98%, из тонны золы, образующейся на мощной ТЭЦ, в атмосферный воздух поступит до 4,8 т/сутки. Сказанное в полной мере относится и к газообразным продуктам. Наконец, следует упомянуть и о том, что для отдельных технологических процессов до сих пор не разработано удовлетворительных способов очистки отходов. Поэтому для уменьшения степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов строятся дымовые трубы значительной высоты (от 100 до 250 м), обеспечивающие достаточное рассеяние в воздухе, прежде чем факел выброса приблизится к поверхности Земли.

Следует также отметить, что при выбросе загрязнителей через высокие трубы не только уменьшаются их концентрации в точке соприкосновения факела с поверхностью Земли за счет лучшего разбавления, но и удаляется начало зоны задымления. В настоящее время разработаны расчетные формулы, позволяющие с достаточной точностью определить необходимую высоту трубы с учетом закономерностей поведения загрязнений в атмосфере.

Важнейшее место в системе предупреждения загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов занимают планировочные мероприятия и устройство санитарно-защитных зон. При строительстве новых городов и реконструкции городов, уже давно сложившихся, осуществляют зонирование территории с выделением жилых и промышленных районов с правильной взаимной ориентацией этих зон города, размещая промышленные зоны с подветренной стороны жилья. На практике решение этой меры осуществляется при анализе «розы ветров», характерной для конкретной местности. Из других мер планировочного характера следует указать на правильность использования рельефа местности. Предприятия располагают на возвышенных, увеличивающих высоту выброса, местах.

В практике градостроительства особое моего занимает принцип обязательного установления между промышленными предприятиями и жилыми районами санитарно-защитных зон (разрывов).

Санитарно-защитные зоны в нашей стране устанавливаются на основании требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов". Согласно этому документу, все предприятия по степени потенциальной опасности загрязнения атмосферного воздуха, а также создаваемого шума, вибраций, электромагнитных волн радиочастот, ультразвука и других вредных факторов подразделяются на пять классов. Размеры санитарно-защитной зоны для предприятий первого класса равны 1000 м, пятого – 50 м, причем в зависимости от эффективности предусмотренных или возможных для осуществления методов очистки выбросов в атмосферу или при отсутствии каких-либо способов очистки воздуха и других неблагоприятных условий санитарно-защитные зоны могут быть увеличены в три раза. В санитарно-защитной зоне допускается размещение предприятий с производством меньшего класса (бани, пожарное депо, прачечные, гаражи, здания управлений, предприятия общественного питания, поликлиники и другие объекты, необходимые для обслуживания данного и прилегающего объектов). Территория этих зон благоустраивается и озеленяется.

Для борьбы с почвенной пылью в населенных местах осуществляются мероприятия по благоустройству, включающие озеленение, организацию коммунальной очистки от мусора дворов, улиц и площадей, использование уличных покрытий (асфальт) и их регулярное мытье с помощью специальных моечных машин.

Особо следует остановиться на озеленении. Зеленые насаждения не только способствуют процессам самоочищения воздуха от пыли, но и оказывают благотворное влияние на организм человека. Это влияние проявляется в улучшении микроклиматических условий в зоне зеленых насаждений. Среди зеленого массива в летние месяцы прохладно, температура воздуха ниже, чем на открытой или застроенной зданиями территории на 2–3 °С. Существенна разница и в режиме влажности: среди зеленых насаждений относительная влажность на 10–14% выше по сравнению с открытой зоной. Смягчая температуру воздуха, повышая его влажность, зеленые насаждения благоприятно влияют и на ветровой режим: они замедляют скорость движения воздуха, защищают от ветров. Особенно ощутимо значение зеленых насаждений при оценке радиационных температур. Речь идет о температуре окружающих нас предметов. В летние солнечные дни стены зданий, мостовые и тротуары нагреваются до такого уровня, что излучаемое ими тепло неблагоприятно сказывается как на теплоощущении человека, так и на теплообмене тела человека с окружающей средой, способствуя накоплению тепла в организме. На открытой городской территории в летние дни радиационная температура может превышать температуру воздуха на 12% и более. В зеленых массивах радиационные температуры всегда ниже и разница радиационных темпера-

тур на открытой местности и среди зеленых насаждений в солнечные дни достигает 20 °С. Это обусловлено тем, что напряжение солнечной радиации среди зеленых насаждений составляет всего 13–16% от такового на открытой территории. Кроме того, растения испаряют значительное количество воды, вследствие чего их зеленые части охлаждаются, да и теплоемкость кирпича, бетона, асфальта в 2–3 раза меньше, чем дерева. Таким образом, в зоне зеленых насаждений создаются такие микроклиматические условия, которые оказывают благотворное влияние на физиологические функции организма человека,

Наконец, не следует забывать еще об одном важном назначении растительности – обогащении воздуха кислородом. В крупнейших промышленных зонах, занимающих значительные территории, парки, скверы и бульвары, зелень улиц и дворов, прилегающих лесопарков – важный источник поступления кислорода в атмосферу.

Санитарный надзор и контроль за чистотой воздуха – один из важных элементов системы по охране атмосферного воздуха от загрязнений в двух направлениях: предупредительного и текущего санитарного надзора. Предупредительный санитарный надзор включает оценку проектов вновь строящихся и реконструируемых предприятий и других объектов в части устройства очистных сооружений с указанием тех выбросов, которые подлежат очистке, степени этой очистки и определением размеров предполагаемых санитарно-защитных зон. Санитарные врачи осуществляют контроль за своевременным строительством очистных сооружений, участвуют в приемке очистных сооружений. Текущий надзор в области охраны атмосферного воздуха включает учет объектов, загрязняющих воздух, и периодическое посещение этих объектов для контроля режима и эффективности работы очистных установок, систематический контроль качества атмосферного воздуха населенных пунктов.

В случае обнаружения нарушений или дефектов в технологии производства или очистки отходов санитарный врач выдаст предписание с указанием сроков по ликвидации обнаруженных недостатков. Санитарные врачи пользуются правом наложения взысканий и денежных штрафов на виновных руководителей, а в особо тяжелых случаях они могут потребовать запрещения эксплуатации установок, интенсивно загрязняющих воздух.

Классификация систем и методов очистки воздуха

По агрегатному состоянию загрязнители воздуха подразделяются на:

- пыли;
- туманы;
- газообразные примеси.

Промышленные выбросы, содержащие взвешенные твердые или жидкие частицы, представляют собой двухфазные системы. Сплошной фазой в

системе являются газы, а дисперсной – твердые частицы или капельки жидкости.

Системы очистки воздуха от пыли делятся на 4 основные группы:

1) сухие пылеуловители;

2) мокрые пылеуловители;

3) электрофильтры;

4) фильтры.

При повышенном содержании пыли в воздухе используют пылеуловители и электрофильтры. Фильтры используют для тонкой очистки воздуха с концентрацией примесей менее 100 мг/м^3.

Для очистки воздуха от туманов (кислот, щелочей, масел и др. жидкостей) используют системы фильтров, называемых туманоуловителями.

Выбор средств защиты воздуха от газообразных примесей зависит от применяемого метода очистки. По характеру протекания физико-химических процессов выделяют методы:

1. Абсорбции – промывка выбросов растворителями примеси;

2. Хемосорбции – промывка (орошение) выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (вступающих в химическую реакции с вредными примесями);

3. Адсорбции – поглощение (улавливание) газообразных примесей верным пористым поглотителем – адсорбентом;

4. Термической нейтрализации – высокотемпературное дожигание;

5. Каталитической нейтрализации – очищаемый газ пропускается через слой катализатора – материала, который ускоряет протекание реакций.

Выбор того или иного пылеулавливающего устройства определяется дисперсным составом улавливаемой частицы промышленной пыли. Очистку в обеспыливающих устройствах можно условно разделить на грубую от частиц размером более 10 мкм и тонкую – менее 10 мкм.

Для грубой – применяются гравитационные и сухие пылеуловители, некоторые фильтры контактного действия.

Тонкая очистка проводится в инерционных пылеуловителях с применением воды, скрубберах Вентури, абсорберах, контактных фильтрах, электрофильтрах и др. На практике нередко применяются комбинации из нескольких методов очистки. Выбор метода обусловлен степенью запыленности газа, дисперсностью частиц и требованиями к очистке.

Виды пылеуловителей. Принцип действия систем пылеулавливания

Наиболее отработаны в настоящее время очистители от пыли, золы и других твердых частиц. Причем, чем мельче частицы, тем труднее обеспечивается очистка. Для частиц диаметром более 50 мкм – класс пылеуловителей – 5-й, наиболее легко обеспечивающий почти полное пылеулавливание. Значительно сложнее извлекать мельчайшие частицы с диаметрами от 2 до 0,3

мкм – нужен очиститель 1-го класса.

Все пылеуловители подразделяются на сухие и мокрые.

К **сухим** относятся циклоны (центробежные обеспыливающие системы), фильтры и электрофильтры, которые отличаются сравнительно простым устройством. Однако для удаления мелкодисперсных и газовых примесей их применение не всегда эффективно.

Сухие пылеуловители работают на принципе отделения тяжелых частиц от газов силами инерции (при раскрутке газов или их резком повороте).

На рисунке 7.1 показаны принципиальные схемы некоторых из них: циклопов (*а*); ротационного пылеуловителя (*б*) – вход газа по оси вентилятора; радиального (*в*) и вихревого (*г*) пылеуловителей.

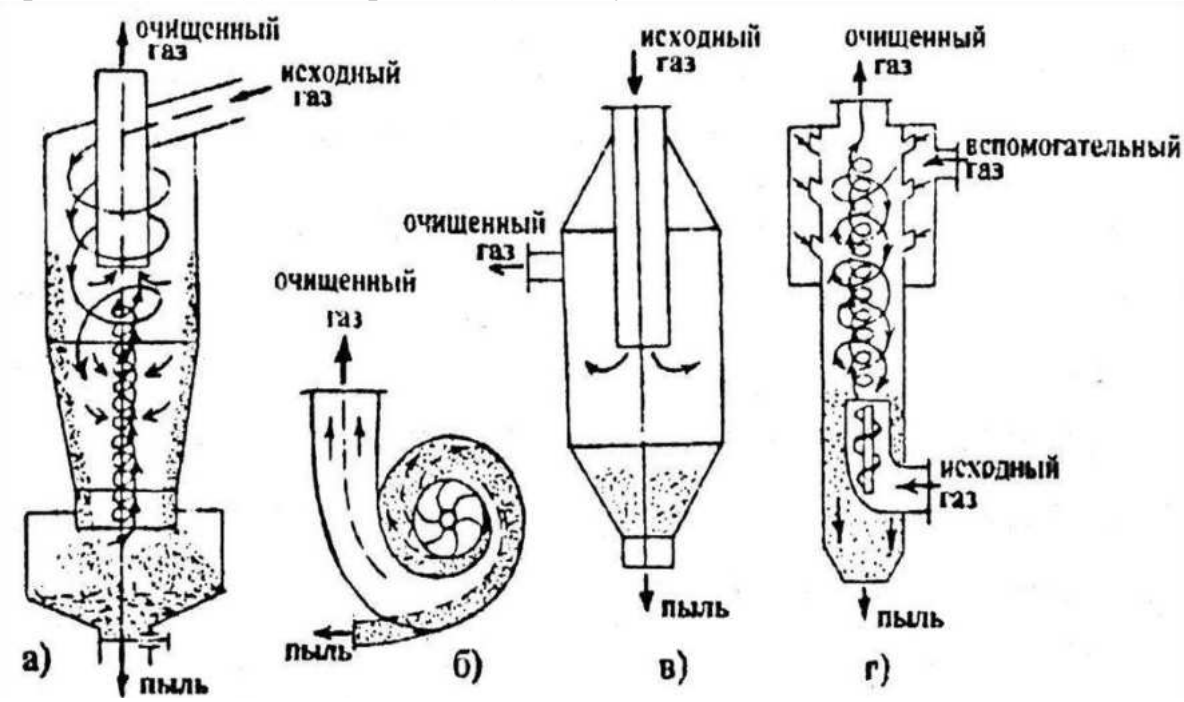


Рисунок 7.1 – Схемы пылеуловителей

Пылеулавливающие системы, в которых твердые частицы удаляются из закрученного газового потока под действием центробежных сил, называются **циклонами.**

В общем случае частицы пыли выделяются в циклоне под действием центробежной силы в процессе вращения газового потока в корпусе аппарата: газовый поток, попадая во внутренний корпус циклона через патрубок, совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса по направлению к бункеру; под действием сил инерции частицы пыли осаждаются в стенках корпуса, а затем попадают в бункер, из которого очищенный газовый поток выходит через выходной патрубок (рисунок 7.1 *а*). Обязательна герметичность бункера, в противном случае из-за подсоса воздуха осаждаемые частицы пыли попадают в выходную трубу.

Скорость газового потока в циклонах от 5 до 20 м/с. Эффективность их зависит от концентрации пыли и размеров ее частиц и резко снижается при

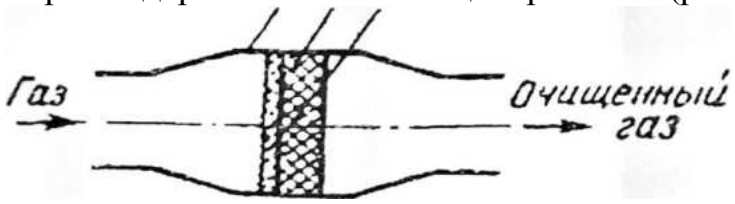
уменьшении этих показателей.

Преимущество циклонов – простота конструкции, небольшие размеры, отсутствие движущихся частей. Недостатки – затраты энергии на вращение и большой абразивный износ частей аппарата пылью.

Ротационные, вихревые, радиальные пылеуловители различаются системами пылеулавливания и способами подачи воздуха, а принцип действия тот же, что и у циклонов.

Наиболее эффективен ротационный пылеуловитель (рисунок 7.1 *б),* основная часть которого – вентиляционное колесо: при работе колеса частицы пыли под действием центробежных сил отбрасываются к стенке кожуха и, оседая на стенках, попадают в пылеприемник, а чистый воздух выходит через патрубок.

Фильтры широко используются для тонкой очистки промышленных выбросов. Работа их основана на фильтровании воздуха через пористую перегородку, на которой задерживаются частицы примесей (рисунок 7.2).



1 – корпус фильтра; 2 – воздухопроницаемая перегородка;
3 – улавливаемые частицы
Рисунок 7.2 – Схема процесса фильтрования

В фильтре применяются перегородки:

1) в виде зернистых слоев (гравий, песок, стекло и т.п.) – неподвижно свободно насыпанные материалы. Используются для очистки от пыли механического происхождения (дробилок, грохота, мельниц);

2) гибкие пористые (ткани, войлоки, резина, полиуретан и др.). Используются для очистки газов от примесей;

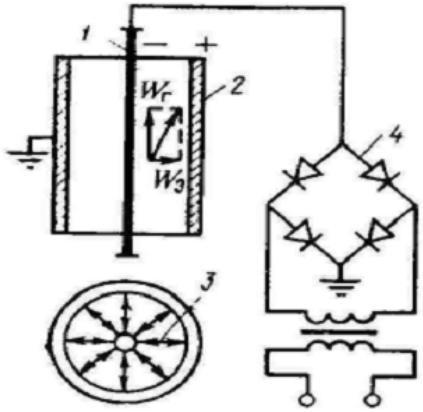
3) полужесткие пористые (вязаные сетки, стружка). Изготавливают из сталей, меди, бронзы, никеля и других металлов, могут работать в агрессивных средах;

4) жесткие пористые (керамика, металлы). Обладают высокой прочностью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью. Применяются для очистки горючих газов и жидкостей, выбросов дыма, туманов, кислот, масел.

В промышленности чаше всего применяются тканевые рукавные фильтры: в корпусе фильтра устанавливается необходимое число рукавов, на которые подается загрязненный воздух. Частицы загрязнений оседают на фильтре. Насыщенные загрязненными частицами рукава продувают и встряхивают для удаления осажденных частиц пыли.

Часто применяют несколько ступеней очистки пылегазовых выбросов и почти всегда одной из них является электрофильтр.

Электрофильтры высокоэффективны для очистки от пыли и тумана. Принцип работы – осаждение ионизированных примесей на специальных электродах. Ударная ионизация газа происходит в неоднородном электрическом поле, которое создается в зазоре между коронирующим 1 и осадительным 2 электродами (рисунок 7.3).



1 – коронирующий электрод; 2 – осадительный электрод; 3 – силовые линии, направленные от осадительного электрода к коронирующему;
4 – выпрямитель, от которого подается напряжение к электродам
Рисунок 7.3 – Схема расположения электродов в электрофильтре

Загрязненные газы, попав между электродами, способны проводить электрический ток вследствие имеющейся частичной ионизации. Все ионы оказываются вовлеченными в движение от одного электрода к другому. Аэрозольные частицы задерживают на своей поверхности заряженные ионы и осаждаются на электродах (отрицательно заряженные частицы движутся к осадительному электроду (+), а положительно заряженные оседают на коронирующем электроде).

Основная масса пыли осаждается на положительном осадительном электроде, с которого пыль легко удаляется.

Мокрые пылеуловители конструктивно подразделяются на:

- форсуночные скрубберы;
- скрубберы Вентури;
- центробежные скрубберы и др.

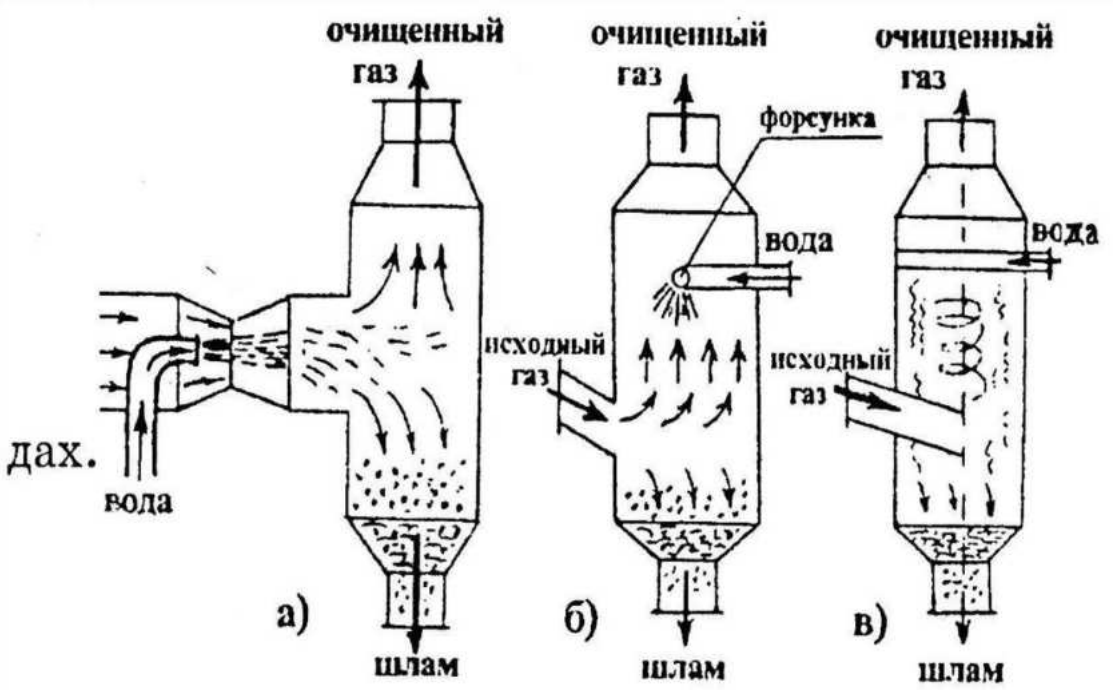
Скруббер – аппарат для промывки газов жидкостью в целях извлечения из газов отдельных компонентов.

Высокоэффективны для очистки от мелкодисперсной пыли (менее 1,0 мкм). Работают по принципу осаждения мельчайших частиц на поверхность капель (или пленки) жидкости под действием сил инерции и броуновского движения.

Мокрые пылеуловители применяют для тонкой очистки, что требует систем водоподготовки и шламоудаления. Кроме того, жидкость должна быть раздроблена на капли или пленки для увеличения адсорбирующей (за-

держивающей) поверхности. Конструктивно это достигается разными способами.

Например, на рисунке 7.4 показаны схемы скруббера Вентури (*а*) где дробление жидкости происходит высокоскоростным потоком газа; форсуночного (*б*) и центробежного (*в*) скрубберов.



а – скруббер Вентури (дробление жидкости происходит высокоскоростным потоком газа); *б* – скруббер форсуночного типа; *в* – скруббер центробежного типа (закрутка и движение газа навстречу жидкости)

Рисунок 7.4 – Схемы скрубберов

В форсуночном скруббере вода дробится центробежным или струйным распылителем (форсункой), а в центробежном – газ, как в циклоне, подается через тангенциальные (касательные к стенке) входные каналы, обеспечивающие закрутку и движение газа навстречу жидкости.

Скруббер Вентури работает следующим образом.

Через патрубок газ подается в устройство, которое называется сопло Вентупри. Сопло имеет конфузор (сужение), в который через форсунки подается вода на орошение. В этой части сопла скорость газа увеличивается, достигая максимума в самом узком сечении (с 10–20 до 100–150 м/с). Увеличение скорости способствует осаждению частиц пыли на каплях воды. В диффузорной части сопла Вентури скорость потока мокрых газов уменьшается до 10–20м/с. Этот поток подается в каплеуловитель, где под действием сил гравитации происходит осаждение загрязненных пылью капель. В верхнюю часть корпуса выходит очищенный газ, а в нижнюю попадает шлам (рисунок 7.4 *а*).

Методы очистки от газообразных примесей. Газо- и пароочистители

Эти аппараты по принципу действия делятся на пять групп.

Наиболее распространены скрубберные газоочистители, которые практически не отличаются от скрубберных пылеуловителей (зачастую они выполняют двойную функцию – пыле- и газоулавливания). Работают на принципе абсорбции – поглощение веществ жидкостью.

Метод абсорбции – разделение газовоздушной смеси на части путем поглощения газовых компонентов жидким поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора. Методом абсорбции можно улавливать только хорошо растворимые газовые примеси и пары: абсорбент выбирают из условия растворения в нем поглощаемого газа. Например, в качестве абсорбентов применяют:

- воду для поглощения аммиака, хлористого водорода и др.;
- вязкие масла – для хлора, сернистого ангидрида и т.п.;
- растворы извести или едкого натра – для окислов азота, хлористого водорода и др.

Установки, реализующие метод абсорбции, называются абсорберами, в абсорберах жидкость дробится на мелкие капли для обеспечения более высокого контакта с газовой средой.

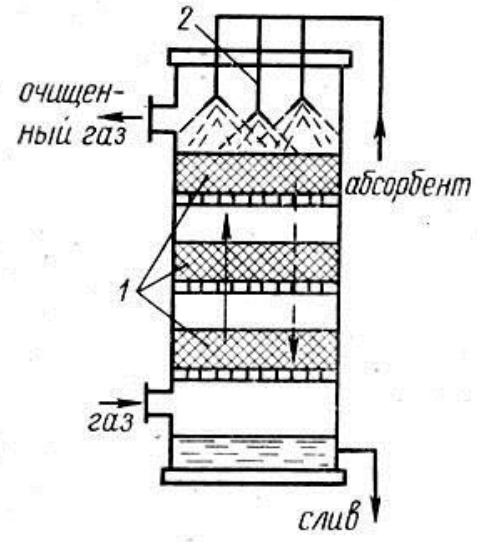


Рисунок 7.5 – Орошаемый скруббер-абсорбер с насадкой

В орошаемом скруббер-абсорбере (рисунок 7.5) насадка 1 размещается на плоскости вертикальной колонны 3. В качестве насадки используют кольца с перфорированными стенками, изготавливаемыми из металла, керамики, пластмассы и других материалов с коррозионной устойчивостью. Орошение колонн абсорбентом осуществляется из разбрызгивателей 2. Загрязненный газ поступает снизу и направляется вверх, подвергаясь непрерывной очистке.

Скорость абсорбции зависит главным образом от температуры и давления: чем выше давление и ниже температура, тем выше скорость абсорбции.

Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием мало летучих или малорастворимых химических соединений. Применяют для улавливания газовых примесей нерастворимых или плохо растворимых в воде. Например, для отделения сероводорода применяют щелочи-растворы. Процесс идет в скрубберных аппаратах того же типа, что и для метода абсорбции. Очищаемый газ орошают растворами реагентов, вступающих в химическую реакцию с вредными примесями. Этот метод широко используется для улавливания диоксида серы.

Оба эти метода называют мокрыми, их эффективность зависит от очищаемого компонента и применяемого растворителя (или поглотителя). Недостаток мокрых методов – при их реализации понижается температура газов, что уменьшает эффективность методов.

Метод адсорбции – основан на способности некоторых *твердых* пористых материалов селективно (избирательно) извлекать из газовоздушной смеси отдельные ее компоненты. В качестве адсорбентов или поглотителей применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы.

Пример адсорбента – активированный уголь, у которого в 1 г содержится до 1600 $м^2$ (хорошо адсорбирует сернистые соединения и др.).

Конструктивно адсорберы выполняются в виде вертикальных или горизонтальных емкостей, заполненных адсорбентом, через который проходит поток очищаемых газов. Адсорберы применяют для очистки воздуха от паров растворителей, эфира, ацетона, различных углеводородов и т.п.

Метод позволяет проводить очистку вредных выбросов при повышенных температурах. Примером конструкции адсорбера являются респиратор и противогаз.

Термический (дожигание) и каталитический (реакция на катализаторы) методы применяют реже и лишь для небольших выбросов.

При каталитическом методе токсичные компоненты газовоздушной смеси, взаимодействуя со специальным веществом – катализатором, превращаются в безвредные вещества. В качестве катализаторов используются благородные металлы или их соединения: платина, оксиды меди и марганца и др. Катализатор, выполняемый в виде шаров, колец или спиральной проволоки, играет роль ускорителя химического процесса.

Широко применяются каталитические нейтрализаторы для отработанных газов автомобилей.

Термический метод или высокотемпературное дожигание (термическая нейтрализация) применяется для утилизации горючих отходов, с трудом поддающихся другой обработке (например, сжигаются такие газы, как углероды, оксид углерода, выбросы лакокрасочного производства). Этот метод требует поддержания высоких температур очищаемого газа и наличия достаточного количества кислорода.

Использование рассмотренных методов и систем очистки призвано обеспечить максимальное снижение выбросов вредных веществ и теплоты в

техносферу, возврат их в исходный технологический процесс. Для современного производства, как правило, требуется многоступенчатая очистка, особенно если виды примесей многообразны.

7.3 Мониторинг состояния воздушной среды

В сельскохозяйственном производстве используется большое количество веществ, в результате чего образуются пыли и вредные химические вещества. Для успешной нейтрализации их воздействия на человека необходим настоящий контроль за фактической концентрацией их в атмосферном воздухе.

Приведем дисперсный состав некоторых видов пыли (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Дисперсный состав некоторых видов пыли

Вид пыли	d_m	$lg\sigma_ч$
Зола (мусоросжигательная печь)	41	0,472
Известняк (печь кипящего слоя)	29	0,502
Клинкер (цементная мельница)	17	0,421
Оксиды алюминия (боковой токоподвод электролизера алюминия)	20	0,352
Магнезит (вращающаяся обжиговая печь)	43	0,615
Доломит (вращающаяся обжиговая печь)	28	0,506
Магнезит (шахтная мельница)	72	0,950
Клинкер (печь для обжига клинкера)	23	0,501
Двойной суперфосфат (распылительная сушилка)	8	0,210
Двойной суперфосфат (барабанная сушилка)	35	0,36
Зерновая	10	0,301
Мучная серая	4	0,230
Пыль сахара	3,5	0,362
Пыль лимонной кислоты (производство сахара)	3,2	0,602
Известковая (известковое производство сахарного завода)	12	0,398
Пыль, образующаяся при абразивной обработке металлов: заточка инструментов шлифование полирование	 14-55 19-35 40-240	 0,279-0,602 0,431-0,519 0,204-0,556
Пыль горелой земли, окалины, металла (столы очистные, дробеметные отделения очистки литья)	80-90	0,663-0,886

Пыль литейной земли, металла, абразива (обдирочные и зачистные станки отделения очистки литья)	30-60	0,491-0,602
Пыль песка, глины (пневмотранспорт песка и глины, склада формовочных материалов)	8-20	0,301-0,362
Пыль, образующаяся при выплавке стали в электролитовой печи	3	0,491
Мел кусковой (пересыпка из стругача на конвейер при производстве плиток для полов)	20	0,652
Гипсовая (шахтная мельница)	56	0,97
Алюмосиликатный катализатор (крекинг-установка АМ-1/М)	17	0,301
Каменноугольная цементная (углесушильный барабан)	15	0,334

ГОСТ 25199-82 подразделяет все пыли на 5 групп в зависимости от дисперсности:

I – очень крупнодисперсная пыль;

II – крупнодисперсная пыль (например, песок для строительных растворов);

III – среднедисперсная пыль (например, цемент);

IV – мелкодисперсная пыль (например, кварц молотый пылевидный);

V – очень мелкодисперсная пыль.

Данная классификация используется при выборе пылеулавливающего оборудования.

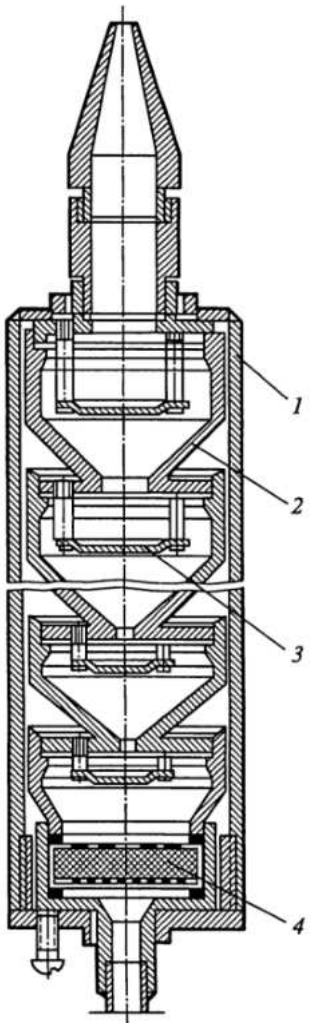
Для определения дисперсности пыли используют следующие методы:

- *ситовый анализ* – разделение частиц на фракции путем последовательного просеивания навески пыли через лабораторные сита с отверстиями различных размеров. Применяют для исследования пыли, в которой масса частиц мельче 100 мкм составляет нс более 10%;

- *седиментометрия* – разделение навески пыли на фракции путем ее осаждения в жидкой среде (жидкостная седиментация);

- *микроскопирование* – рассмотрение пылевых частиц с помощью оптического или электронного микроскопа, определение формы частиц, их размера и количества по фракциям. Запыленный фильтр из материала ФПП-15 подвергают воздействию паров ацетона. Материал фильтра расплавляется, образуя прозрачную пленку, и фиксирует частицы пыли. Метод не пригоден для приготовления препарата пылей, взаимодействующих с растворителем. Пылевые частицы измеряют с помощью окулярной микрометрической линейки микроскопа. Дисперсный состав пыли находят, измеряя частицы и определяя количество частиц каждой фракции. Метод микроскопии используется в основном при выполнении научных исследований. Для ряда видов пыли он является единственно возможным;

- *центробежная сепарация* – разделение пыли на фракции с помощью центробежной силы в специальном аппарате. Фракции отделяются последовательно от исследуемой навески под действием центробежной силы, которая в сотни раз больше силы тяжести, на использовании которой основан метод седиментометрии. Благодаря этому время выполнения анализа методом центробежной сепарации значительно сокращается *каскадные импакторы* (струйные сепараторы) (рисунок 7.6). Принцип действия струйного сепаратора основан на инерционном осаждении взвешенных частиц на плоскую поверхность в результате резкого изменения направления движения запыленного потока с последующим определением массы частиц, осевших на эту поверхность. Струя запыленного газа просасывается через несколько последовательно установленных в корпусе сепаратора сопел с расположенными напротив них экранами (ловушками). Диаметры сопел по ходу газового потока уменьшаются, а скорость выхода потока из них соответственно увеличивается. На каждой последующей ловушке улавливаются все более тонкие частицы. Наличие связи между размерами осаждающихся частиц и скоростью газа позволяет судить о дисперсности пыли.



1 – корпус; 2 – стакан; 3 – тарелка; 4 – фильтр

Рисунок 7.6 – Каскадный импактор модели НИИОгаз

Адгезионные и аутогезионные свойства. Адгезионные свойства определяют прочность их сцепления с различными макроскопичными поверхностями, а аутогенные – друг с другом. На практике чаще используют слипаемости. Повышенная слипаемость может привести к полному или частичному забиванию пылеулавливающего аппарата улавливаемым продуктом. Поэтому для многих пылеулавливающих аппаратов установлены определенные границы приемлемости в зависимости от слипаемости улавливаемой пыли. Чем меньше размер частицы, тем легче они прилипают к поверхности аппарата. Различают следующие виды пыли по слипаемости: неслипающаяся (кварцевый песок, сухая глина);

- слабослипающаяся (коксовая пыль, доменная пыль);
- среднеслипающаяся (летучая зола без недожога, цемент, сажа, опилки);
- сильнослипающаяся (гипсовая, волокнистая максимального размера 10 мкм).

Группа слипаемости определяется разрывной прочностью слоя P, Па. Так, для группы I величина $P \leq 60$; II – $60 \leq P \leq 300$; III – $300 \leq P \leq 600$; IV – $P>600$.

Со слипаемостью связана другая характеристика пыли – сыпучесть, оцениваемая по углу естественного откоса, который принимает пыль в естественном состоянии. Этой величиной во многом определяется поведение пыли в бункерах и течках пылеулавливающих установок, крутизну стенок которых принимают с учетом сыпучести улавливаемых материалов.

Различают статический и динамический угол естественного откоса. Динамический угол естественного откоса относится к случаю, когда происходит падение частиц на плоскость.

Под статическим углом естественного откоса понимают угол, который образуется при обрушении слоя в результате удаления подпорной стенки. Статический угол естественного откоса всегда больше динамического угла естественного откоса.

Абразивность частиц. Абразивность частиц характеризует интенсивность изнашивания Ме при одинаковых скоростях газа и концентрациях частиц пыли. От абразивности зависит выбор скорости запыленных газов, толщины стенок аппаратов. При прочих равных условиях по мере увеличения размеров частиц пыли износ металла сначала возрастает, а затем, достигнув максимума, снижается. Максимальный износ металла вызывают частицы пыли размерами 90 ±2 мкм.

Для оценки абразивных свойств пыли служит коэффициент абразивности $K_л$, по которому выбирают соответствующие радиусы кривизны воздуховодов и пылеуловителей, а также толщину стенок отдельных частей или полностью всей системы.

Смачиваемость частиц. Смачиваемость частиц оказывает существенное влияние на эффективность мокрых пылеуловителей, особенно при работе с рециркуляцией. Различают три группы:

- гидрофильные, которые хорошо смачиваются водой (кальций, кварц);

- гидрофобные, которые плохо смачиваются водой (графит, уголь, сера);

- абсолютно гидрофобные тела (парафин, битумы).

Смачиваемость определяют методом пленочной флотации. Он заключается в том, что в сосуд с дистиллированной водой высыпают навеску пыли и определяют количество осевшей пыли.

Плотность частиц. Различают истинную $\rho_{тв}$, кажущуюся и насыпную $\rho_{п}$ плотности.

Истинная плотность – масса единицы объема вещества, из которого состоит пыль.

Кажущаяся плотность представляет собой массу единицы объема пыли или гранулированного вещества, включая в этот объем и объем всех ее закрытых пор.

Насыпная плотность – масса единицы объема уловленной пыли, свободно насыпанной в емкость. Насыпная плотность учитывает воздушные прослойки между частицами и поэтому в 2–2,5 раза меньше истинной. При слеживании насыпная плотность увеличивается в 1,2–1,6 раз.

Значения плотности некоторых пылей приведены ниже, кг/м^3:

	Истинная	Насыпная
Асбестовая	2100–2800	600
Коксовая	1200–1400	400–500
Графитовая	1900–2300	1200
Мартеновская	4160	480

В технике пылеулавливания вводят значение относительной плотности, например, относительная плотность пылевого слоя в пылесборнике $n = \frac{\rho_{п}}{\rho_{тв}}$.

Кроме этого, существует и относительная плотность агрегатов в газовом потоке, характеризующая коагуляцию частиц. Относительные плотности зависят в основном от размера частиц. На основе анализа многочисленных пылей построены специальные номограммы для определения относительных плотностей.

Электрические свойства пыли. Электрические свойства пыли зависят от физико-механических и химических свойств (форма, дисперсность и т.д.), а также от внешних факторов – температуры, влажности и т.д. Электрические свойства влияют на поведение пыли в газоходах, пылеуловителях, прежде всего в электрофильтрах, на сыпучесть пыли. Основными электрическими свойствами являются удельное электрическое сопротивление и электрический заряд пыли.

Удельное электрическое сопротивление характеризует электрическую проводимость слоя пыли. По величине удельного электрического сопротивления пыль делят на три группы:

- хорошей проводимости (менее 10^2 Ом·м);
- средней проводимости (10^2 – 10^9 Ом·м);
- низкой проводимости (более 10^9 Ом·м).

Удельное электрическое сопротивление определяют путем формирования определенного слоя пыли и измерения его электрического сопротивления. Наиболее удачными приборами для определения удельного электрического сопротивления считаются «Циклоном-1» и ИСП-1, разработанные в НИИОгаз.

Электрический заряд может быть получен частицами как в процессе образования, так и после, при трении, а также вследствие адсорбции ионов при ионизации среды. При этом электрическое состояние аэрозольной системы не остается постоянным во времени. Знак заряда зависит от химического состава и свойств соприкасаемого вещества. Взвешенные вещества ряда аэрозолей несут электрические заряды следующего знака:

Вещества, заряженные положительно	Вещества, заряженные отрицательно
Апатит	Кальций
Крахмал	Кварцевый песок
Мрамор	Мука
Песок	Оксид железа
Уголь	Оксид цинка
Сера	Цинк

При высокой концентрации взвешенных веществ интенсифицируется процесс коагуляции за счет появления кулоновских сил между разноименными зарядами.

Растворимость частиц. Определяется химическим составом частиц и влияет на работу мокрых пылеуловителей.

Способность частиц к самовозгоранию и образованию взрывчатых смесей с воздухом. Данные свойства являются крайне отрицательными свойствами многих видов пыли. Многие вещества в обычных условиях не являются взрывоопасными. Будучи же приведенными в пылевидное состояние становятся не только пожароопасными, но и взрывоопасными. Взрыв взвешенной в воздухе пыли – это резкое увеличение давления в результате очень быстрого сгорания ее частиц.

Интенсивность взрыва пыли зависит от ее химических и физических свойств, от размеров и формы частиц, их концентрации в воздухе, от влагосодержания и состава газов, размеров и источника воспламенения, от дисперсности пыли. Возбуждение взрыва возможно лишь при определенных условиях: концентрация пыли должна быть между нижним и верхнем пределами (нижний 20–500 г/м^3; верхний 700–8000 г/м^3); наличие источника возбуждения взрыва достаточной температуры и мощности в запыленной зоне; питание кислородом, достаточное для обеспечения процесса горения (содержание O_2 должно быть больше 16%).

Способность частиц к самовозгоранию и образованию взрывчатых смесей с воздухом должно обязательно учитываться при проектировании систем очистки.

Определение концентрации взвешенных веществ. Методы измерения концентрации пыли делятся на две группы:

- основанные на предварительном осаждении частиц пыли и исследовании осадка;
- без предварительного осаждения.

Преимущества методов первой группы: возможность измерения массовой концентрации пыли.

Недостатки методов первой группы:

- циклический характер осаждения;
- большая трудоемкость;
- низкая чувствительность.

Преимущества методов второй группы:

- отсутствие необходимости использовать пробоотборное устройство;
- непрерывность измерений;
- высокая чувствительность;
- возможность полной автоматизации процесса.

Недостатки методов второй группы:

- влияние на результат свойств пыли;
- влияние на результат внешних факторов: температуры, влажности среды и т.д.

Применительно к непрерывному промышленному контролю наиболее приемлем второй метод, так как это позволяет получать мгновенное значение концентрации пыли, что в свою очередь позволяет организовать автоматическое регулирование режимов работы оборудования, установить сигнализацию об увеличении концентрации пыли выше допустимой. Однако методы второй группы не всегда можно использовать из-за большого влияния внутренних и внешних факторов.

Методы измерения концентрации пыли с помощью предварительного осаждения пыли. Существуют следующие методы измерения концентрации пыли, основанные на предварительном осаждении пыли.

Весовой метод. Весовой метод измерения концентрации пыли заключается в том, что некоторый объем воздуха пропускают через фильтровальный материал и находят массу этого материала до и после запыления. Концентрацию пыли рассчитывают по формуле

$$\mathrm{C} = \frac{m}{\nu_{\text{в}} t},$$

где m – масса пыли в фильтре;

$\nu_{\text{в}}$ – объемная скорость просасывания воздуха через фильтр;

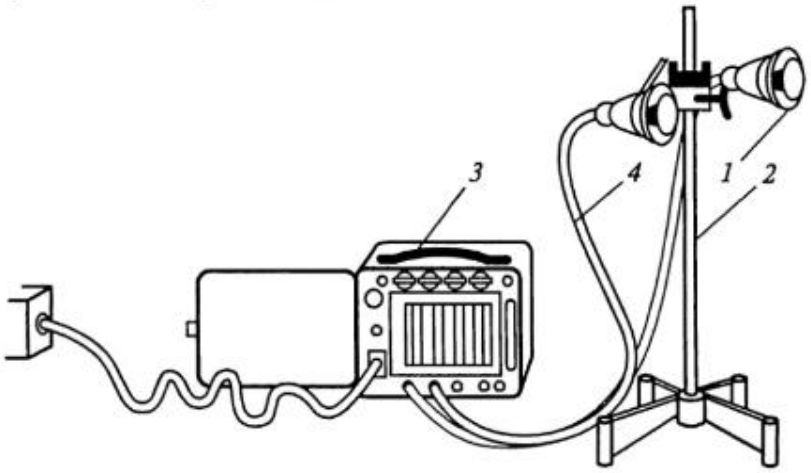
t – время отбора пробы.

С гигиенической точки зрения оптимальной скоростью отбора пробы пыли является скорость отбора, равная скорости человеческого дыхания, т.е. скорости легочной вентиляции (10–15 л/мин). Время отбора определяется ис-

ходя из необходимого объема воздуха, который в свою очередь принимают в зависимости от предполагаемой концентрации пыли:

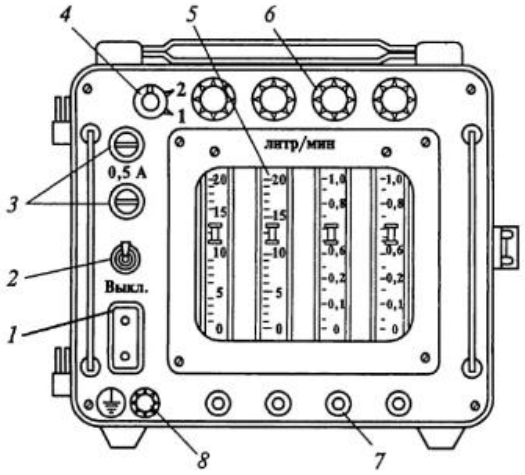
Предполагаемая концентрация пыли, мг/м^3	2	2–10	10–50	>10
Объем отбираемого воздуха, л	1000	500	250	100

С учетом погрешностей всех операций, осуществляемых при измерении концентрации весовым методом, средняя погрешность этого метода составляет ±30%. При отборе проб пыли, масса которых составляет менее 1 мг, погрешность возрастает до ±60%.



1 – патрон с фильтрами; 2 – штатив; 3 – резиновая трубка; 4 – аспиратор

Рисунок 7.7 – Установка для определения запыленности воздуха



1 – колодка для присоединения электрического шнура; 2 – выключатель; 3 – электропредохранитель; 4 – предохранительный клапан для предотвращения перегрузки; 5 – ротаметры; 6 – ручки вентилей ротаметров для регулирования объемных расходов воздуха; 7 – штуцеры для присоединения резиновых трубок к фильтрам

Рисунок 7.8 – Аспиратор модели 822

Атмас переносной портативный анализатор пыли (пылемер) (рисунок 7.9) применяется для экспрессных и инспекционных измерений, непрерывного мониторинга массовой концентрации пыли различного происхождения и химического состава при контроле предельно допустимых концентраций в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, при технологическом контроле чистоты воздуха объектов различного назначения, в воздухе санитарно-защитной зоны, промвыбросах, выбросах в атмосферу.

ГАНК-4 (А), (Р), (АР) газоанализатор переносной портативный многокомпонентный (рисунок 7.10) применяется для автоматического непрерывного или периодического контроля концентрации одного из 30 вредных веществ в одном приборе без пробоподготовки в атмосферном воздухе (А), в воздухе рабочей зоны (Р) и в расширенном диапазоне (атмосферный воздух и воздух рабочей зоны) (АР).



Рисунок 7.9 – Атмас переносной портативный анализатор пыли (пылемер)



Рисунок 7.10 – ИКВЧ(п) переносной измеритель концентрации взвешенных частиц (пылемер)

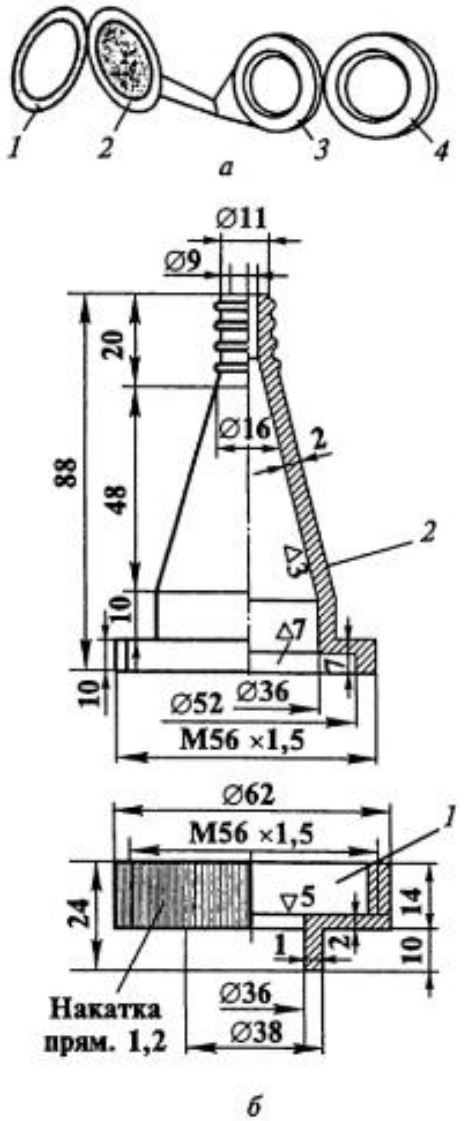
В настоящее время весовой метод широко используется для измерения запыленности как атмосферного воздуха и воздуха производственных помещений, так и отходящих газов промышленных выбросов. Метод признан стандартным в России, Англии, Франции, Бельгии, Нидерландах и других странах. Однако из всех существующих методов он наиболее трудоемкий, причем самой сложной операцией является отбор пробы пыли. Кроме того, метод является циклическим даже при полной автоматизации всех операций.

Схема установки представлена на рисунке 7.7. В качестве побудителя движения воздуха чаще всего используется аспиратор модели 822 (рисунок 7.8), состоящий из воздуходувки, электродвигателя и четырех ротаметров. Ротаметр предназначен для измерения расхода воздуха. Он представляет собой стеклянную трубку с поплавком. На трубке нанесена шкала; на двух – от 0 до 20 л/мин и на двух – от 0 до 1 л/мин. Первые два ротаметра служат при отборе проб воздуха на запыленность, вторые – на загазованность.

В качестве фильтрующего материала используют аналитические фильтры аэрозольные АФА-ВП-10; АФА-ВП-20 с дисками из нетканого фильтрующего материала ФПП (фильтры перхлорвиниловые Петрякова), облада-

ющие высокой степенью фильтрации (близкой к 100%) за счет своих электростатических свойств (рисунок 7.11 *а).* Буква «В» означает, что фильтр пригоден для весового метода, цифры 10 и 20 обозначают площадь круга фильтра (см^2).

Конструкция патрона представлена на рисунке 7.11.



а – фильтр АФА-ВП: 1 – защитные бумажные кольца; 2 – фильтр; 5 – корпус конусного патрона; 4 – зажимная гайка;
б – патрон к фильтру АФА-ВП-10: 1 – зажимная гайка; 2 – корпус патрона

Рисунок 7.11 – Устройство фильтра и патрона

Денситометрический метод. Основан на предварительном осаждении частиц пыли на фильтре и определении оптической плотности пылевого осадка. Он включает все операции весового метода, исключая взвешивание пробы, которое заменено фотометрированием. Основной недостаток этого метода – зависимость результатов от оптических свойств пыли.

Радиоизотопный метод. Основан на использовании свойства радиоактивного излучения поглощаться частицами пыли. Непосредственно измерить поглощение радиоактивного излучения пылью, взвешенной в воздухе или движущейся в пылегазовом потоке, практически невозможно из-за малой концентрации пыли.

Метод, основанный на улавливании пыли водой. По степени помутнения воды судят о концентрации пыли в пылегазовом потоке, пропускаемом через воду.

Метод механических вибраций. Основан на измерении изменений частоты колеблющегося элемента при осаждении на нем пыли. Обычно используется колеблющийся фильтр, укрепленный в пружинном держателе.

Метод, основанный на измерении перепада давления. Основан на том, что между сопротивлением фильтра воздушному потоку и количеством дисперсной фазы существует прямая связь. Пылегазовый поток пропускают с постоянной скоростью через фильтр и измеряют разности давления на входе и на выходе. Данный метод можно использовать для непрерывного измерения массовой концентрации пыли в потоке.

Методы измерения концентрации пыли без предварительного ее осаждения. Эти методы не требуют предварительного осаждения пыли и являются в основном бесконтактными. Определение в них концентрации пыли идет с помощью измерения оптических, электрических или других косвенных параметров пылегазовой смеси. К ним относятся следующие методы.

Абсорбционный метод. Основан на явлении поглощения света при прохождении его через пылегазовую среду. В основе лежит закон Бугера-Ламберта-Бера, что оптическая плотность слоя пропорциональна концентрации пыли. Пропорциональность не прямая, так как пылинки нельзя рассматривать как абсолютно черные тела и они имеют разный размер и форму.

Метод интегрального светорассеивания. Основан на измерении суммарной интенсивности рассеянного света. Способность частиц пыли рассеивать свет зависит от ряда факторов: от комплексного коэффициента преломления частицы, от угла рассеяния между направлением падающего и рассеянного света. Метод позволяет создать высокочувствительные пылемеры (чувствительность пылемера Sigrist составляет 0,005 мг/м^3) и особенно эффективен при измерении малых концентраций.

Метод лазерного зондирования (лидарный метод). Основан на свойствах частиц поглощать или рассеивать лазерное излучение. При измерении света, рассеянного частицами, лазер и фотоприемник располагают рядом, и последний регистрирует интенсивность обратно рассеянного излучения.

Метод лазерного зондирования позволяет выявить источники пылевыделения и их вклад в запыленность атмосферы на различных расстояниях от источника (до 10 км). Этот метод позволяет измерять концентрацию пыли в атмосфере как от стационарных, так и от подвижных источников пылевыделения.

В основе электрических методов лежит принцип измерения электрических параметров частиц пыли дистанционными (наведением полей) или контактными методами (заряжением). К ним относятся следующие методы.

Индукционный метод. Основан на определении индуцированного на электроде измерительной камеры заряда, возникающего при движении через камеру заряженных пылевых частиц. При этом не требуется осаждать пыль на электроде. Применение индукционного метода позволяет создать пылемеры довольно простой конструкции, однако методу присущи большие погрешности, так как распределение зарядов зависит от многих факторов и с течением времени может меняться в широких пределах. Этот метод особенно эффективен для анализа крупных частиц.

Контактно-электрический метод. Основан на способности пылевых частиц электризоваться при соприкосновении с твердым материалом. Основными элементами пылемера являются электролизатор, где происходит зарядка пылевых частиц, и токосъемный электрод, которому частицы передают свой заряд. При этом сила тока в цепи токосъемного электрода является мерой концентрации частиц пыли. В качестве материала электролизатора – фторопласт, эпоксидная смола с песком и графитом, асбоцемент.

Емкостный метод. Основан на измерении емкости конденсатора при введении частиц пыли между его пластинами. При использовании емкостного метода следует учитывать электрические свойства пыли.

Пьезоэлектрический метод. Основан на суммировании электрических импульсов, возникающих при соударении частиц пьезокристаллом. Метод применим для регистрации частиц диаметром более 2 мкм.

Характеристика газообразных загрязняющих веществ

Наибольшее загрязнение открытого воздуха вызывают следующие классы вредных газообразных веществ.

1. *Диоксид серы* (SO_2). Бесцветный газ с острым запахом. Он образуется при сжигании ископаемого топлива (уголь и мазут), и при обработке серосодержащих руд сернистый газ улетучивается в воздух. К тому же и предприятия, производящие целлюлозу, выбрасывают его в воздух тоннами. Подсчитано, что США ежегодно выпускают в атмосферу 26 млн т; равным образом причастна к этому и Европа, выбрасывающая 60 млн т. При этом 93% поступающего в атмосферу SO_2 выбрасывается в Северном полушарии и только 7% – в Южном. В США более половины всего ущерба от загрязнения атмосферы приходится на диоксид серы.

Последствия выбросов диоксида серы – кислотные дожди, а также заболевания дыхательных путей (насморк, кашель, бронхит, астма), конъюнктивит, головная боль. Превращение SO_2 в SO_4^{2-} ускоряется в условиях влажных атлантических ветров, особенно в зимний отопительный сезон. Эти процессы получили известность в первой половине XX века, когда в результате мощных дымовых выбросов SO_2 в Лондоне возник густой туман, в кото-

ром происходило медленное образование аэрозоля серной кислоты, названного впоследствии смогом. В смоге помимо диоксида серы присутствует и ряд других компонентов, образующихся при сгорании топлива в печах и содержащихся в газах отопительных устройств и выхлопных газах автотранспорта. Особая трудность при определении вреда, нанесенного организму действием SO_2, заключается в том, что он часто проявляется совместно с действием других факторов, опасных для здоровья. Кроме того, диоксид серы негативно воздействует на растительность. Действие может оказываться непосредственно на листья растений, либо косвенно в виде кислотных осадков и через почву. В случаях достаточной амортизирующей способности земли преобладает первый эффект.

2. Оксид углерода (CO). Образуется при неполном сгорании углерода. Основные выбросы связаны с автотранспортом, так как у двигателей внутреннего сгорания оптимальные условия окисления топлива создаются только при выходе на определенный рабочий режим. Как правило, это соответствует 3/4 общей мощности двигателя; напротив, максимальные выбросы CO происходят на холостом ходу. Масса оксида углерода, поступающего в воздух в результате антропогенной деятельности, больше, чем любого другого вредного вещества. Оксид углерода не имеет ни цвета, ни запаха, наши органы чувств не в состоянии его обнаружить. Попадая в кровь, CO конкурирует с кислородом за молекулы гемоглобина. Гемоглобин – белок, переносящий кислород из легких к клеткам, а углекислый газ – обратно. Чем больше оксида углерода содержится в воздухе, тем больше гемоглобина связывается с ним, и тем меньше кислорода попадает в клетки.

По этой причине CO при повышенных концентрациях представляет собой смертельно опасный яд. При низких концентрациях CO (до 0,013%) у человека снижается способность воспринимать сигналы, появляются головные боли, ослабляется зрение, возможна временная потеря сознания. При достижении концентрации 0,066% возможна полная потеря сознания, паралич. При концентрации CO до 0,075% в течение часа наступает летальный исход.

3. Оксиды азота (N_xO_y). Оксиды азота образуются в основном в результате окисления азота воздуха в зоне высоких температур. Поэтому выбросы этого вещества значительны при сжигании всех видов топлива. По оценочным данным, 64% выбросов NO_x осуществляется транспортом, 18% – электростанциями, 12% – промышленностью.

Большая часть выбросов оксидов (90%) – NO. Однако в воздухе он превращается в гораздо более опасный газ – диоксид азота (диоксид азота в семь раз токсичнее оксида азота). Роль монооксида и оксида оценивается совместно, так как в атмосфере эти газы встречаются только вместе. NO_2 – газ с неприятным запахом. Как и CO, диоксид азота может связываться с гемоглобином, вызывать болезни дыхательных путей за счет превращения диоксида азота в азотную кислоту при контакте со слизистыми оболочками. Кроме того, при взаимодействии с фотохимическими окислителями и некоторыми органическими соединениями образует очень вредные соединения –

пероксиацилнитраты (ПАН) – причина смога. На растения оксиды азота могут действовать тремя путями: с помощью кислотных осадков, прямым контактом с растениями и косвенно путем фотохимического образования окислителей, таких, как O_3 и ПАН.

4. Углеводороды (метан, пары бензина, гексан и т. д.). Обладают наркотическим действием и в малых концентрациях вызывают головокружение, головную боль и т. д. Некоторые углеводороды могут быть опасными канцерогенами, например, бензапирен.

5 Альдегиды. Образуются в результате взаимодействия кислорода, оксидов азота и других химических соединений под влиянием солнечного света или при переработке органических веществ. Наиболее распространенный – формальдегид. Вызывает потерю аппетита, бессонницу, слабость и головную боль.

6. Соединения свинца и других тяжелых металлов. Свинец – кумулятивный яд, т.е. он постепенно накапливается в организме человека. Присутствующий в атмосфере свинец непрерывно добавляется к тому количеству, которое уже содержится в нашем организме. Свинец уменьшает скорость образования эритроцитов в костном мозге и блокирует синтез гемоглобина, что приводит к умственной отсталости у детей и гипертонии у взрослых. Основной источник поступления свинца в воздух – краски (белила) и сгорание бензина с добавлением тетраэтилсвинца либо тетраметилсвинца.

7. Углекислый газ (CO_2). Газ без цвета и запаха, образуется при сжигании различных видов топлива. Этот газ стоит особняком, так как его нельзя считать непосредственным загрязнителем. Основная опасность – парниковый эффект, который может обусловить глобальное потепление при повышении содержания CO_2 в атмосфере. При содержании углекислого газа в воздухе 10% человек начинает испытывать головную боль, шум в ушах, при содержании 20% наступает смерть.

Естественно, в воздухе могут находиться и другие вредные газообразные вещества, обусловленные наличием поблизости того или иного производства.

Определение концентрации газообразных вредных веществ

Наиболее распространенными методами анализа содержания газообразных вредных веществ являются:

1. Оптический, включающий абсорбционные и эмиссионные методы.

Абсорбционные методы (лазерные, фотометрические) основаны на способности вещества поглощать лучистую энергию в характерных участках спектрального диапазона. Наиболее распространенными являются фотоколориметрические и спектрофотометрические методы. В основе первых лежит измерение ослабления интенсивности светового потока, прошедшего через окрашенный раствор в области длин волн от 400 до 760 нм. В основе вторых лежит избирательное поглощение монохроматического потока световой

энергии при прохождении его через исследуемый Н-раствор. Фотометрические методы обладают высокой чувствительностью, возможностью определения почти всех элементов, требуют сравнительно простого оборудования. Обилие реагентов, образующих окрашенные соединения с неорганическими ионами и органическими веществами, делает применение этого метода практически неограниченным.

Эмиссионные методы (хемилюминесцентный, атомно-эмиссионный) основаны на измерении интенсивности излучения анализируемой газовой смеси. В частности, принцип действия хемилюминесцентных газоанализаторов заключается в фотометрировании света, выделяющегося в результате взаимодействия определяемого вещества с хемилюминесцентным индикатором.

2. Электрохимические методы (кондуктометрический и кулонометрический методы) заключаются в регистрации изменений электропроводности раствора, возникающих в результате поглощения газовой смеси. Недостатком методов является то, что все растворяющиеся в реактиве с образованием ионов газы сильно влияют на электропроводность электролита; на точность также влияет температура внешней среды; кроме того, необходимо периодически менять электролит.

Кулонометрический метод анализа газов основывается на измерении токов электродной реакции, в которую вступает определяемое вещество, являющееся деполяризатором и непрерывно подаваемое в кулонометрическую ячейку с потоком анализируемого воздуха. Достоинство метода – принципиальная возможность протекания электродной реакции со 100% выходом по току, что позволяет вычислить измеряемую концентрацию по закону Фарадея.

Принцип кондуктометрического анализа заключается в измерении электрического сопротивления раствора при поглощении компонента газовой смеси. Благодаря высокой чувствительности этот метод применяется для определения ряда токсичных веществ в воздухе – оксида углерода, диоксида серы, аммиака и др.

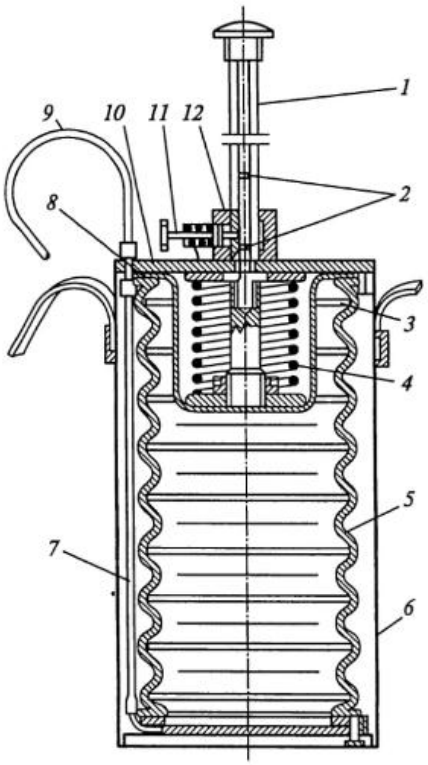
3. Плазменно-ионизационный метод. Основан на измерении изменений тока ионизации, полученного при введении в пламя водорода органических веществ. Значение тока пропорционально количеству углерода, сгорающего в единицу времени. На основе этого высокочувствительного метода созданы газоанализаторы типа «Гамма».

4. Хроматографический метод. Газовая хроматография – это непрерывно работающий физический метод разделения смесей газов, а также паров, не разлагающихся жидкостей и твердых веществ при их прохождении через колонку, заполненную сорбентом. В колонке происходит разделение смеси вследствие распределения ее компонентов между движущейся фазой и неподвижной фазой, которая может быть твердой и жидкой.

Существуют два основных вида газовой хроматографии: газоадсорбционная и газожидкостная. В первом случае компоненты смеси непрерывно

разделяются между движущейся газовой фазой, называемой газом-носителем, и твердым адсорбентом, что обусловлено чередованием процессов сорбции и десорбции. Во втором случае происходит чередование растворения компонента в пленке жидкой фазы, нанесенной на твердый инертный носитель, с обратным выделением в газовую фазу, т.е. в поток газа-носителя.

Перед индикаторными трубка ми обычно располагают реактивы, задерживающие примеси, которые могут помешать вступлению в реакцию подлежащего обнаружению загрязняющего вещества. Этот фильтр предварительной очистки иногда отличается весьма сложным составом. Наиболее распространенным прибором для быстрого определения содержания вредных газов и паров является универсальный газоанализатор УГ-2, воздухозаборное устройство которого представлено на рисунке 7.12.



1 – корпус; 2 – сифон; 3 – пружина; 4 – кольцо распорное; 5 – канавка; 6 – шток; 7 – втулка; 8 – фиксатор; 9 – плата; 10, 12 – трубки резиновые; 11 – штуцер

Рисунок 7.12 – Воздухозаборное устройство УГ-2

Задача воздухозаборного устройства – пропускание через индикаторную трубку проб воздуха дозами – 100, 200, 300, 400 см^3. Объем воздуха зависит от определяемого загрязняющего вещества.

Основной недостаток экспрессных методов – высокая погрешность. Основная относительная погрешность результата измерения концентрации вредных веществ в воздухе газоанализатором УГ-2 (при использовании комплекта индикаторных средств) до 1 ПДК не превышает ±60%, в интервале от 1 до 2 ПДК – ±35% и свыше 2 ПДК – ±25%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптимальное питание – основа продолжительной и активной жизни: сборник статей XIX Международного конгресса диетологов и нутрициологов, посвященного 95-летию ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, 17–18 ноября 2025 года. – Москва: ТОРУС ПРЕСС, 2025. – 826 с.
2. Васюкова А. Т. Функциональное питание: учебник / А. Т. Васюкова. – Москва: ООО "Научно-издательский центр Инфра-М", 2025. – 239 с.
3. Ширяева Т. А. Язык метафоры: формирование современного взгляда на здоровое питание / Т. А. Ширяева, Е. В. Милетова, Ф. Б. Акбаева. – Казань: ООО "Бук", 2025. – 184 с.
4. Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов по материалам докладов XX Международной научно-практической конференции "Инновационные технологии в пищевой промышленности", Минск, 03–04 октября 2024 года. – Минск: РУП "Издательский дом "Белорусская наука", 2024. – 490 с.
5. Мокеева Е. Г. Питание студентов, занимающихся физической культурой и спортом: учебно-методическое пособие / Е. Г. Мокеева. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2024. – 120 с.
6. Щетинина С. Ю. Здоровое питание : учебное пособие / С. Ю. Щетинина. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2023. – 98 с.
7. Кириленко В. И. Водоснабжение и водоотведение: учебник / В. И. Кириленко, И. М. Руднев, А. А. Шипилов. – Москва: ООО "Инфра-Инженерия", 2025. – 540 с.
8. Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды, Уфа, 15–17 апреля 2025 года. – Уфа: Уфимский государственный научно-технический университет, 2025. – 224 с.
9. Водоснабжение, химия и прикладная экология: материалы Международной научно-практической конференции, Гомель, 20 марта 2025 года. – Гомель: Белорусский государственный университет транспорта, 2025. – 210 с.
10. Насосные станции и сельскохозяйственное водоснабжение. Практикум: учебно-методическое пособие / А. С. Кукреш, А. А. Боровиков, Д. А. Дрозд, В. А. Волынцева. – Горки: БГСХА, 2023. – 124 с.
11. Пташкина-Гирина О. С. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение / О. С. Пташкина-Гирина, О. С. Волкова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 212 с.
12. Орлов Е. В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение / Е. В. Орлов. – Изд-е второе, перераб. и доп. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов,2017. – 218 с.

Научное издание

Липкович Игорь Эдуардович

Пушенко Сергей Леонардович

Глобин Андрей Николаевич

Украинцев Максим Михайлович

Егорова Ирина Викторовна

Петренко Надежда Владимировна

Украинцева Ирина Викторовна

Пятикопов Сергей Михайлович

Гайда Анна Станиславовна

Матвейкина Жанна Владимировна

Жолобова Мария Владимировна

Ковалева Светлана Александровна

Организация здорового образа жизни в сельской местности

Часть 2

Редактор Н.П. Лучинкина
Верстка М.И. Гриценко
Художественный редактор С.П. Вдовикина

Подписано в печать 21.03.2025 г.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 12,2. Тираж 500 экз. Заказ № 17.

Отдел информационных технологий и издательской деятельности
Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15.