Список литературы

1 **Яковлев, С. В.** Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М. : АСВ, 2019. – 697 с.

2 **Кулаков, А. А.** Достижение НДТ при модернизации малых КОС: технологические и конструктивные решения / А. А. Кулаков // Водоснабжение и санитарная техника. – 2023. – № 9. – С. 40–45.

3 **Сергиенко, А. Е.** Эффективный экономический расчёт очистных сооружений для оптимизации затрат и повышения продуктивности очистки воды / А. Е. Сергиенко, С. В. Федоров // Вестник науки. – 2023. – № 5. – С. 837–843.

УДК 613.31;628.16;644.61

ПИТЬЕВАЯ ВОДА В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ. КАК УТОЛИТЬ ЖАЖДУ БЕЗ ОПАСНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ?

В. В. САВИЧ[1], А. М. ТАРАЙКОВИЧ[1], Д. Ю. ВЕРБИЦКИЙ[1], Р. П. ГОЛОДОК[1], Л. П. ПИЛИНЕВИЧ[2]

[1]Институт порошковой металлургии им. академика О. В. Романа, г. Минск, Республика Беларусь, savich.vadim@gmail.com

[2]Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Введение. Очистка воды интересовала людей с древних времен. Не могла не интересовать, ведь зависимость здоровья от качества потребляемой воды очевидна. Использовалась в первую очередь визуальная оценка чистоты и прозрачности, а также органолептическая оценка. С этой точки зрения родниковая вода, прошедшая естественную фильтрацию через грунт, имела безусловные преимущества и не требовала дополнительной очистки. Речная и озерная вода не всегда была пригодна для питья без хотя бы ее отстаивания и кипячения. Эффективным приемом стало рытье ямки на расстоянии 50–100 см вблизи берега водоема, реки, ручья. Вода, просачиваясь сквозь толщу земли, фильтровалась естественным образом (рисунок 1).

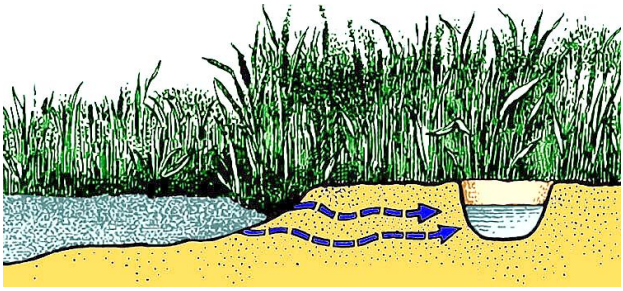


Рисунок 1 – Фильтрация воды через берег в ямку

Следующим шагом стало рытье колодцев – первых гидротехнических сооружений для добывания и получения подземных вод из первого безнапорного водоносного пласта, вода в котором проходила очистку фильтрацией через грунт на глубине 3–4 м и более.

Оказаться в экстремальных условиях может каждый. Под экстремальными условиями следует понимать обитание в степи, в лесу, в горах или в иных полевых условиях без запасов еды и воды. И если без пищи человек может прожить до трех недель, то без воды, пригодной для питья, – не более трех суток. Как добыть питьевую воду в полевых условиях? Описание доступных методов получения воды – цель данной работы.

Получение воды из подземных источников. К подземным источникам относятся в данном случае природные родники. Вода в них, как правило, чистая, прозрачная, в той или иной степени минерализована.

Родниковая вода располагается глубоко под землей. Как минимум глубина залегания водоносных слоев составляет 10–20 м. Но обычно еще больше. Именно этим и обуславливается чистота родниковой воды. Во-первых, все загрязнения находятся на поверхности земли. На большую глубину, где залегают водоносные слои, они если и попадают, то в небольшом количестве. Во-вторых, родниковая вода проходит естественный процесс фильтрации. Своеобразным «фильтром» служат гравийные и песчаные слои. Пока вода пройдет через них, то очистится от всех тех немногих загрязнений, которые в ней содержатся. И на поверхность она поступает уже абсолютно чистой, обогащенной кислородом и микроэлементами. Главное отличие родника – он имеет естественный выход на поверхность.

Плюсов у родниковой воды много: сбалансированный химико-физический состав; большое содержание кислорода; отсутствие болезнетворных бактерий (они не размножаются в ней, так как ее температура очень низкая – не более 6 °С).

Родниковую воду нет смысла в большинстве случаев кипятить – никаких бактерий здесь нет, а потому она сразу пригодная для питья.

Однако за последние десятилетия ситуация с качеством воды в природных источниках существенно изменилась. Интенсивная хозяйственная деятельность человека, рост промышленного и сельскохозяйственного производства привели к ухудшению экологической обстановки. Это не могло не отразиться на состоянии подземных вод, питающих родники.

Основные факторы, влияющие на качество родниковой воды в наши дни: химическое загрязнение (пестициды, удобрения, промышленные отходы и другие химические вещества проникают в почву и грунтовые воды; микробиологическое загрязнение (рост населения, интенсификация сельского хозяйства повышают риск попадания патогенных микроорганизмов в подземные воды); изменение геологических условий (добыча полезных ископаемых, строительство и т. п. могут нарушать естественные процессы фильтрации воды через горные породы).

В результате этих факторов качество воды в некоторых родниках снижается, его надо повышать.

Бактериологическая очистка воды солнечным светом быстро завоевывает популярность в развивающихся странах [1].

Метод основан на прохождении солнечного света через прозрачные сосуды, которыми могут быть ПЭТ-бутылки разного объема, с которых удалены наклейки и этикетки. Обеззараживание воды солнечным УФ-излучением является довольно легким и эффективным методом, поэтому Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует его для применения в странах третьего мира, там, где есть дефицит качественной, чистой воды, но этот метод вполне применим и в условиях средней полосы. Для дезинфекции необходимо наполнить прозрачные ПЭТ-емкости водой, оставив четверть объема пустым. Поместить их на участок, освещаемый лучистой энергией солнца на промежуток времени от пяти часов в тропиках до шести часов в средних широтах. В этот период времени воздействие прямых лучей нагревает воду до 37–40 °С, что тоже способствует процессу обеззараживания. Перед тем как поместить бутылки с водой на солнце, их необходимо энергично растрясти в течение нескольких минут для качественного растворения кислорода в воде, который будет способствовать процессу обеззараживания (рисунок 2).

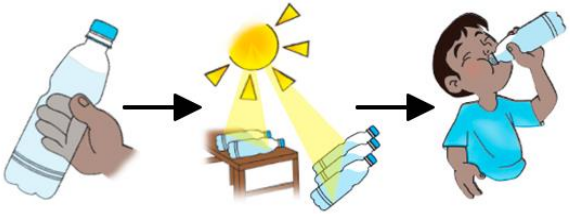


Рисунок 2 – Обеззараживание воды солнечным светом [1]

Способ обеззараживания воды солнечным светом был разработан для удаления бактерий и вирусов, вызывающих желудочные заболевания, такие как диарея и холера. Этот метод хоть и является дешевым методом бактерицидной очистки, но следует понимать, что эта технология неспособна удалить взвешенные вещества, снизить мутность, как например, фильтры. Если нет возможности использовать фильтры, то перед использованием **солнечного света для очистки воды**, ее следует пропустить несколько раз через чистую ткань.

1 Получение воды из поверхностных источников.

Водные ресурсы, которыми обладает Беларусь, одни из наиболее богатых на планете. Здесь протекает 20 800 рек общей протяжённостью 90 600 км,

находится 10 800 озер и более девяти тысяч болот, создано 136 искусственных водохранилищ [2, 3]. Поэтому поверхностные источники – основные в наших условиях. Как правило, вода из рек, озер, водохранилищ, вследствие антропогенного воздействия, интенсивного земледелия и животноводства, будет не вполне пригодной для питья. Необходима многоуровневая очистка.

2.1 Подручные способы сбора и фильтрации воды в полевых условиях: простейший – процедить воду через несколько слоёв чистой ткани; если кипятить нет возможности, можно процедить воду через раскалённый на солнце или костре песок; если добавить угли из костра, получается ещё большая степень очистки. Самодельный трёхступенчатый фильтр из подручных средств представлен на рисунке 3.

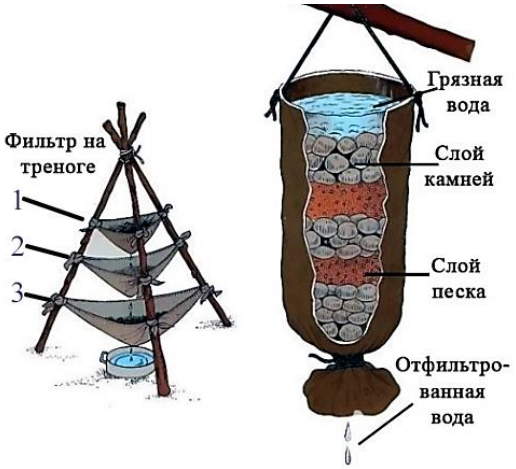


Рисунок 3 – Фильтр для воды подручными средствами:
1 – ткань с травой, древесными опилками, ватой; *2* – измельчённый уголь из костра; *3* – ткань или марля со слоем промытого и прокалённого на костре песка

Более эффективный фильтр – многослойный, в ПЭТ-бутылке или иной высокой ёмкости (рисунок 4). Бутылку можно заменить свёртком из бересты.

На наш взгляд, наиболее эффективная и простая конструкция фильтра для очистки воды в полевых условиях на основе ПЭТ-бутылки и стандартного сменного картриджа для кувшинного бытового фильтра (рисунок 5) [4]. Сменный картридж имеет цилиндрический или слегка конический корпус из пластика с отверстиями внизу и вверху [5]. Сначала вода проходит самотеком через сетку из полимера, которая удаляет крупный мусор. Далее она поступает в засыпку картриджа.



Рисунок 4 – Многослойный фильтр на основе ПЭТ-бутылки

Засыпка картриджа содержит следующие основные компоненты.

Ионообменная смола. Она смягчает воду, что не позволяет образовываться накипи. Ионы натрия на её поверхности образуют безопасный натрий.

Активированный уголь. Его цель – адсорбция органических элементов, хлора и пестицидов.

Каталитические материалы. Они быстро окисляют марганец и железо и убирают металлический вкус воды.

Инертный дисперсный материал помещён на дно картриджа и является дренажом. Производятся промышленно следующие виды картриджей для кувшина [5].

Классический. Хлор, тяжёлые металлы и органические соединения легко устраняются этим видом устройств, а также он борется с плохим запахом и вкусом воды.

С фторирующими элементами. Они добавляют в воду фтор, что полезно для здоровья. Умягчающий. Нейтрализует жёсткость воды.

С элементами, фильтрующими соединения железа. Помогает избавиться от осадка железа, неприятного металлического вкуса и запаха.

С бактерицидными свойствами. Способен нейтрализовать опасные бактерии, такие как кишечная палочка.

Сам картридж имеет малые габариты и массу и не займет много места в походном снаряжении. В то же время гарантирует качественную очистку.

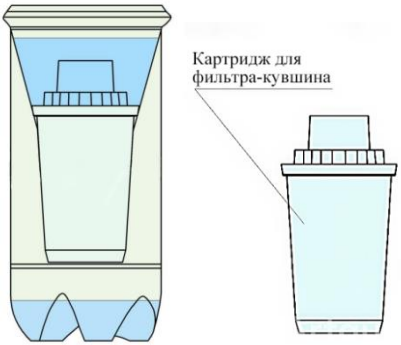


Рисунок 5 – Фильтр для очистки воды на основе ПЭТ-бутылки и картриджа бытового фильтра кувшинного типа

2.2 Промышленные фильтры для получения воды в полевых условиях. Фильтры состоят обычно из двух основных элементов: корпуса и картриджа. Последний представляет собой физический барьер, через который протекает вода, а большинство загрязнений остается снаружи или в нем. Чтобы обезопасить от возбудителей дизентерии и сальмонеллеза, а еще от таких паразитов, как лямблии, нужен барьер с порами диаметром 0,02 мкм. На рисунке 6 представлен типичный индивидуальный фильтр с пористым керамическим фильтрующим картриджем [6].



Рисунок 6 – Типовой индивидуальный фильтр с пористым керамическим фильтрующим картриджем

Физический барьер (картридж) – самая важная часть фильтра. Он бывает керамическим (металлическим), угольным, мембранным.

Керамический или металлический – представляет собой трубу, все загрязнения оседают на ее стенках. Такие картриджи имеют ресурс 2–50 тысяч литров, легко очищаются жесткой щеткой. Однако у них высокое гидравлическое сопротивление, из-за чего чаще всего используются в конструкциях фильтров с насосами.

Мембранный. Чаще всего – это пакет полых синтетических волокон, сложенных в виде буквы U (рисунок 7). Встречаются и плоские листовые мембраны.

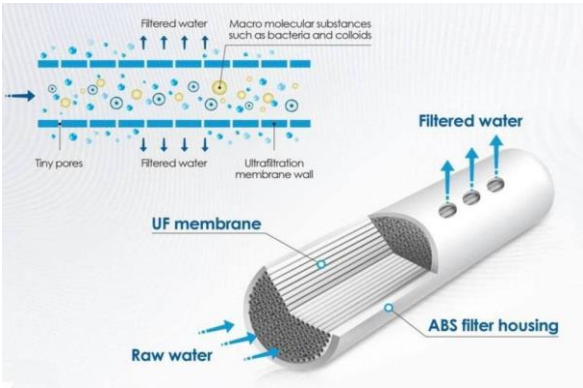


Рисунок 7 – Мембранный фильтр для очистки воды [6]

Угольный. Часто производители добавляют в индивидуальный фильтр картридж с адсорбентом (активированный уголь) для дополнительного улучшения уже очищенной воды. Уголь нейтрализует неприятный запах, нормализует вкус, а еще он способен убрать некоторые химические соединения. Однако без дополнительных ступеней механической или мембранной фильтрации практически не используется.

Фильтр для воды на трековой мембране ФТМ-Б5 (рисунок 8).

Фильтр предназначен для очистки и улучшения качества воды за счет удаления всех патогенных бактерий (кишечной палочки, холерного вибриона, штамма чумы, палочки коклюша, туберкулезной палочки, возбудителей тропической малярии, лихорадки и т. п.), снижения в ней концентрации радионуклидов, болезнетворных бактерий, тяжелых металлов, коллоидных частиц, механических и химических микропримесей и т. д. [7].

Основное назначение – очистка воды из колодцев, родников, рек и т. п.

Целесообразно использовать фильтр в походах, путешествиях, в чрезвычайных ситуациях: эпидемиях, землетрясениях, наводнениях и других стихийных бедствиях, а также в районах боевых действий.

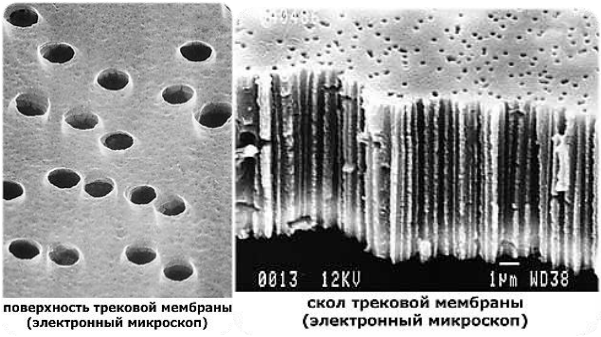




Рисунок 8 – Фильтр для воды на трековой мембране ФТМ-Б5

Фильтр ИФ-10 6Э1.

Индивидуальный фильтр для очистки воды ИФ-10 6Э1 (рисунок 9) входит в состав комплекта «Ратник» ВС РФ. Фильтр предназначен для очистки пресной воды из открытых водоёмов. Производительность не менее 6 л/ч. Ресурс работы фильтра от естественных загрязнений и БС не менее 15 л; от ОВ, РВ и СДЯВ – не менее 10 л.

В данном фильтре применена технология ультрафильтрации (блок половолоконных мембран), комбинированной со слоями мелкодисперсного активированного кокосового угля и полипропиленовой фильтровальной ткани.



Рисунок 9 – Фильтр для воды ИФ-10 6Э1

Походный фильтр для очистки воды *Filter Straw (рисунок 10).*

Предназначен также для индивидуального использования и фильтрации воды из рек, озер, ручьев и других источников пресной воды до состояния питьевой воды. Прост в использовании, неразборный и необслуживаемый, а также позволяет накручивать его на пластиковые бутылки для более удобного использования. Портативный фильтр для очистки воды с мембраной с размерами пор 0,1 мкм эффективно задерживает до 99,9999 % водных бактерий, простейших водных организмов и на 100 % механические частицы. Отличный выбор для туристов, рыбаков, путешественников, военных, для чрезвычайных ситуаций.



Рисунок 10 – Походный фильтр для очистки воды *Filter Straw*

Походный фильтр *Runlucky RL-W20*.

Runlucky RL-W20 (рисунок 11) позволяет обеспечить группу людей значительным запасом питьевой воды, избавляя от необходимости использования химических таблеток или переноски тяжелых запасов бутилированной воды.

Принцип фильтрации: многоступенчатая очистка. Включает полипропиленовый картридж для предварительной механической очистки и ультрафильтрационную мембрану. Степень очистки: глубина фильтрации полипропиленового картриджа составляет 5 мкм, что позволяет удалять крупные взвеси, песок, глину. Ультрафильтрационная мембрана обеспечивает тонкость фильтрации до 0,01 мкм. Такая степень очистки гарантирует удаление водорослей, 100 % бактерий, вирусов, цист простейших (лямблий, криптоспоридий) и других паразитов, передающихся через воду. Может использоваться для очистки воды как из поверхностных (реки, озера, ручьи), так и из грунтовых источников (неглубокие колодцы, родники).

Фильтрация осуществляется за счет давления, создаваемого ручным насосом. Система полностью автономна и не требует электропитания.

Обслуживание: фильтрующий элемент легко меняется и быстро устанавливается. В комплекте поставляется прочная и удобная сумка для хранения и транспортировки.



Рисунок 11 – Походный фильтр *Runlucky RL-W20*

Мировые производители индивидуальных фильтров [8].

Известный производитель фильтров и средств очистки воды из Швейцарии ***Katadyn Group*** (рисунок 12). В гравитационных системах *Base Camp Pro 10L* и *Gravity Camp 6L* используется фильтр *Ultra Flow Filter* из *Glassfiber* (тонкость очистки 0,2 мкм).

Популярные модели *Hiker Pro* и *Hiker* идентичны по весу, размерам, используемому картриджу (*Glassfiber*, тонкость очистки 0,2 мкм, с активированным углем) и скорости фильтрации (1 л/мин), но благодаря защите картриджа в *Hiker Pro*, он может пропустить через себя 1150 л воды против 750 л у модели *Hiker*.

Модель *Vario* надевается на бутылку и быстро очищает воду благодаря двойному керамическому предфильтру в виде диска и *Glassfiber* картриджу (0,2 мкм) с заменяемым активированным углем. Два режима фильтрации. Ресурс – 2000 л. Модель *Katadyn Mini* имеет посеребренный керамический фильтр с порами 0,2 мкм, скорость фильтрации 0,5 л/мин. Ресурс – 7000 л.

Модели *Combi* и *Pocket* также используют посеребренные керамические картриджи. У *Combi* съемный многоразовый картридж с активированным углём, который можно самостоятельно заменить после 400 л. Гарантированный ресурс 50 000 л. Модель *Pocket* имеет детали из алюминиевого сплава, гарантию 20 лет.



Рисунок 12 – Фильтры компании *Katadyn Group*

Гравитационная система *Gravity Works* (рисунок 13) компании ***Cascade Designs*** создана в 1972 году. Система *Gravity Works* имеет простую конструкцию, скорость фильтрования – 4 литра за 3–4 мин. Система представляет собой две прозрачные ёмкости (одна – для грязной, другая – для чистой воды), фильтрующий картридж на основе *Hollow Fiber*, способного очистить 1500 л, соединительных трубок и чехлом для переноски. Качество воды можно улучшить, если систему дополнить фильтром *Carbon Element* (33 г на 300 л), содержащим гранулированный активированный уголь.

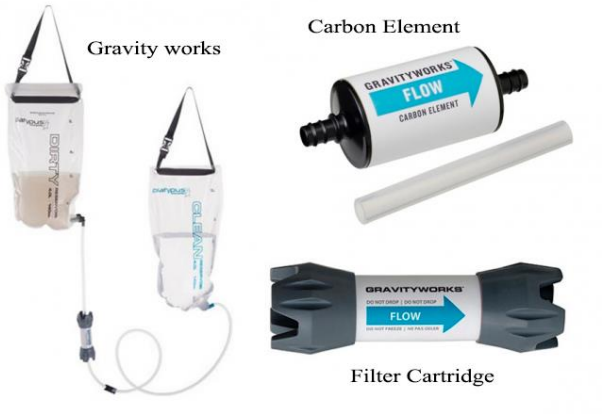


Рисунок 13 – Гравитационная система *Gravity Works*

Компания ***General Ecology*** (рисунок 14) была основана в 1973 году. Так появилась запатентованная технология *«Structured Matrix»*, а затем и портативная система фильтрации *First Need XLE Elite,* которая может работать как в насосном, так и в гравитационном режиме. Оснащена предфильтром и картриджем с технологией *Structured Matrix 3-stage purification* с ресурсом 680 л.



Рисунок 14 – Фильтры компании *General Ecology*

Компания ***Sawyer*** (рисунок 15) основана в 1984 году. Для получения чистой воды компания разработала несколько систем на основе *hollow fiber* (0,1 мкм): карманный *MINI Water Filter*, набор *Squeeze Filter System*, гравитационная *Water Filtration System* на 2 и 4 л. Также есть фильтр *Point ZeroTWO* с мембраной 0,02 мкм для получения до 640 л воды. Система *Squeeze Filter System* представляет собой лавсановые непрозрачные пакеты объемом 0,47/0,95/1,9 л и навинчивающийся фильтр *PointONE* из *hollow fiber* (0,1 мкм).

Популярный бренд туристского снаряжения ***MSR*** (рисунок 16) не обошел вниманием и фильтры для воды. Первая система *Water Works Filter* появилась в 1990 году, а в 1996 году *MSR* разработала и внедрила в свои модели керамический фильтр *Marathon*. Модель *MiniWorks EX Microfilter* представляет собой ручной насос с технологией *Air Spring Accumulator* (1 л/мин) с фильтром *Marathon EX carbon/ceramic*, способный очистить до 2000 л воды (зависит от её исходного качества). Керамический элемент периодически необходимо кипятить не менее 5 минут, протирать. Обновленная в 2015 году гравитационная система *AutoFlow Microfilter* состоит из пластиковой ёмкости для воды, двух шлангов и фильтрующего картриджа с мембраной из *Hollow Fiber* с ресурсом 1500 л.



Рисунок 15 – Фильтры компании *Sawyer*



Рисунок 16 – Фильтры компании *MSR*

Компания ***Vestergaard*** (рисунок 17) основана в 1957 году. Сам «фильтр-соломинка» *Life Straw* появился в 2005 году, а с 2013 года фильтр *Life Straw Go* встраивается в специальные питьевые бутылки. При весе в 56 г и размере 22,5×2,5 см, фильтр *Life Straw* способен очистить до 1000 л воды. В основе его работы мембраны *Hollow Fiber*. К минусу можно отнести то, что фильтр работает только за счет всасывания воды человеком.



Рисунок 17 – Фильтры компании *Vestergaard*

Под брендом ***Aquamira*** (рисунок 18) в 1999 году впервые появилось средство *Water Treatment Drops* – обеззараживающие капли на основе диоксида хлора (2 %) и фосфорной кислоты. Две бутылочки идут в одном наборе и перед использованием их содержимое необходимо смешать в пропорции 1:1 (по 8 капель для обеззараживания 1 л воды). Имеются таблетки, которые рекомендуется использовать совместно с фильтрами *Frontier Emergency Filter System или Aquamira Water Bottle and Filter*.



Рисунок 18 – Фильтры компании *Aquamira*

Фильтры *Frontier Max* и *Frontier Pro* предназначены для индивидуального использования. Их можно использовать как с гидраторами и бутылками, так и отдельно как «соломинку» (как *Frontier Straw*). В основе конструкции – сменный картридж с активированным углём и технологией *Miraguard Antimicrobial*.

Компания ***Hydro-Photon*** с 1999 года предлагает портативные устройства ***SteriPEN*** (рисунок 19) для UV-обеззараживания воды в небольших ёмкостях. Принцип работы основан на «кварцевании» и лишении возможности микроорганизмов к размножению. К минусам *SteriPEN* можно отнести то, что эти устройства зависят от качественного электрического питания (литиевые батарейки или NiMH аккумуляторы), а также от мутности воды. В ассортименте пять гражданских моделей: *Aqua, Classic 3, Adventurer Opti, Ultra, Freedom* и две для военных: *Defender* и *Protector Opti*. Модели отличаются по размеру, весу (от 74 до 178 г), типа батарей (4 AA батарейки, CR123 или USB-зарядка), количества воды (30–150 л) и числа обработок (3–8 тыс. циклов), предусмотренных UV-лампой.



Рисунок 19 – Устройство *SteriPEN* для UV-обеззараживания воды

2.3 Химические средства для обеззараживания воды: таблетки и медицинские препараты. Основанная в 1984 г. компания *Medentech* выпускает шипучие таблетки ***Aquatabs*** (3,5; 8,5; 17; 33; 67; 167 мг). Принцип основан на воздействии *Sodium Dichloroisocyanurate* или *Troclosene Sodium* на микроорганизмы. Одну-две таблетки (67 мг) добавляют в 20 л воды и ждут 30 мин.

Существует довольно много разновидностей хлорсодержащих таблеток.

Вот некоторые из них.

Аквабриз – таблетки для обеззараживания воды производства ООО «Мир дезинфекции» (Россия). Обеззараживание питьевой воды производится в ёмкостях объёмом 1 л с завинчивающейся крышкой. В бутылку наливают 1 л воды, подлежащей обеззараживанию, и вносят таблетированные средства. После растворения таблетки крышку плотно закрывают и воду взбалтывают, после чего крышку немного (на ½ оборота) отвинчивают и несколько раз перевертывают емкость для того, чтобы растворенный препарат вместе с водой попал в резьбу крышки и емкости. Вода пригодна для питья через 30−60 мин после растворения таблетки.

Таблетки ***Katadyn*** производятся в США. Эффективны против бактерий, вирусов, Giardia и Cryptosporidium, причём независимо от состояния воды (грязная, чистая, холодная или тёплая, с примесями или нет). В одной упаковке 20 таблеток, одной таблетки хватает на один литр воды. Таблетка действует за 30 мин, если вода холодная – полное обеззараживание может занять до 4 часов. Практически не изменяют вкус воды, не оставляют неприятного привкуса.

Пантоцид – средство Ирбитского химико-фармацевтического завода. Подходит для обеззараживания воды, дезинфекции и обработки ран. Для проведения дезинфекции воды понадобится развести 1 таблетку в 0,5 или 0,75 л питьевой воды. В случае сильного загрязнения потребуется увеличить дозировку препарата вдвое. Длительность экспозиции составляет от 15 до 20 мин.

Таблетки **Хлорэксель** содержат в качестве действующего вещества (ДВ) натриевую соль дихлоризоциануровой кислоты, являющуюся источником активного хлора. Обладают антимикробным действием в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, в том числе бактерий группы кишечных палочек, стафилококков, стрептококков, синегнойной палочки, сальмонелл и др., включая микобактерии туберкулёза, – тестировано на Mycobacterium terrae, возбудителей особо опасных инфекций, включая споры бацилл, вирусов (Коксаки, ECHO, полиомиелита, энтеральных и парентеральных гепатитов, ротавирусов, норовирусов, ВИЧ, гриппа типа А, в т. ч. А H5N1, А H1N1, аденовирусов и др. возбудителей ОРВИ, герпеса, цитомегалии), грибов рода Кандида, дерматофитов, плесневых грибов.

Средства для обеззараживания из бытовой аптечки.

Марганцовка (перманганат калия). Марганцовка является сильным окислителем и не только уничтожает бактерии, но и нейтрализует продукты их жизнедеятельности. Для обеззараживания воды нужно постепенно добавлять кристаллики, добиваясь воды нежно-розового цвета. Яркий цвет и нерастворённые кристаллики недопустимы – можно получить ожог слизистой желудка. Приготовив раствор, дать ему отстояться 15–30 мин в тёплое время года, или около часа – в холодное время, после чего воду можно ис-

пользовать. Для получения идеального результата можно добавить фильтр.

Йод при взаимодействии с водой образует около 10 активных соединений со сложными химическими реакциями. На 1 л воды потребуется 10–20 капель 10%-й спиртовой настойки, в зависимости от степени загрязнения, после чего воду отстаивают 30 мин летом или около 1 ч в холодное время. Для гарантированного уничтожения микроорганизмов, например, лямблий, требуется ещё более длительное время – до 4 часов. Расход 5%-й спиртовой настойки йода – 1 мл на 4 л воды (в 1 мл 5%-й настойки йода содержится 50 мг йода, а достаточная концентрация для обеззараживания – 10–12 мг йода на 1 л воды). Вкус воды после обработки йодом улучшают угольные фильтры. Если фильтра нет, запах и вкус йода можно убрать аскорбиновой кислотой (200 мг на 1 л) или иголками хвойных деревьев.

Марганцовка и йод эффективны практически против большинства микроорганизмов, но для уничтожения таких, как лямблии, криптоспоридии, требуется большее время.

Можно также использовать таблетки гидроперита, 4–5 таблеток на ведро воды (10 л), а также таблетки фурацилина из аптечки. После растворения таблеток воду отстаивают 20–30 мин.

Растительные средства.

Особенно эффективна рябина в природных условиях, когда требуется быстро очистить непригодную для питья воду. Есть в этом растении сорбиновая кислота, благодаря действию которой тормозится рост микроорганизмов, грибков и плесеней. Охотники пополняли запасы воды из рек, прудов, а порой и просто из луж. В емкость с такой водой они клали веточку красной рябины с листьями и ягодами. Через пару часов даже самая затхлая вода становилась питьевой, микробы уничтожались.

Некоторые другие растения, целиком, либо их составляющие, содержат вещества, препятствующие размножению патогенной микрофлоры: кора дуба, береста, кора ивы или верба. 100–150 г растительного сырья необходимо добавить в 10 л воды и далее прокипятить 30–40 минут, либо настоять в течение 6 ч.

Подойдут также молодые ветки ели, сосны или можжевельника. Необходимо добавить их в воду из расчёта 10–20 шт. на 2–3 л и настоять в течение 2 ч. Бурый нерастворимый осадок оставляют, а очищенную воду сверху – переливают в потребительскую тару.

Для большего бактерицидного эффекта при кипячении в воду можно добавить:

– 2–3 горсти хорошо промытого ягеля;

– лишайник, кору лесного или грецкого ореха – 50 г на 10 л воды;

– календулу или арнику (стебли и листья) – 150–200 г на ведро, кипятить 10–20 мин или настаивать не менее 6 ч.

Заключение.

1 Известен ряд производителей надёжных средств очистки воды в полевых условиях. О них можно узнать в данной публикации.

2 Есть несколько надежных приемов получить питьевую воду с помощью подручных средств – природных минералов и растительности.

3 Самым эффективным способом получения питьевой воды является механическая фильтрация, основанная на физическом задерживании всего, что больше пор самого фильтра (обычно 0,2 мкм), а также абсорбция углем и обеззараживание, например кипячением, использованием специальных таблеток, аптечных средств, местной растительности.

4 Современные комплексные средства очистки воды с использованием химических реакций, адсорбции и ультрафиолета образовали свой круг, а их эффективность в некоторых случаях может быть выше чисто фильтрующих.

Список литературы

1 Обеззараживание воды солнечным светом // Аквалюкс. – URL: https://watertech-nologies.com.ua/stati/solnechnyij-svet-dlya-ochistki-vodyi (дата обращения: 22.02.2026).

2 **Кудина, Е. Ф.** Химия и микробиология воды : учеб. пособие / Е. Ф. Кудина, О. А. Ермолович, Ю. М. Плескачевский ; под ред. Ю. М. Плескачевского, А. С. Неверова. – Гомель, БелГУТ, 2010. – 335 с.

3 **Кудина, Е. Ф.** Вода – продукт потребления и жизнедеятельности человека : монография / Е. Ф. Кудина, В. В. Савич, А. М. Тарайкович. – Гомель : БелГУТ, 2025. – 350 с.

4 Фильтры для воды своими руками // FILTER-WATER.BY. – URL: https://filter-water.by/faq/filtr-dlya-vody-svoimi-rukami (дата обращения: 22.02.2026).

5 Принцип работы фильтра-кувшина // KRAUSEN ENGINEERING. – URL: https://krausen.by/blog/princip-raboty-filtra-kuvshina/ (дата обращения: 22.02.2026).

6 Как очистить и обеззаразить воду в походных условиях // X-ZONE. – URL: https://www.x-zone.com.ua/stati/voda.html?&lang_chose=ru (дата обращения: 22.02.2026).

7 Трековые мембраны – продукт высоких технологий // ИННИТ СТМ. – URL: http://fitrem.ru/index.php?action=stat&idstat=3 (дата обращения: 22.02.2026).

8 Обзор производителей средств для очистки воды в полевых условиях // RISK.RU. – URL: https://risk.ru/blog/206553 (дата обращения: 22.02.2026).

УДК 504.06:678.02

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОМПОЗИТЫ

В. М. ШАПОВАЛОВ, Н. С. ВИНИДИКТОВА
Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель, vik.shapovalov.blr@mail.ru

Предпосылкой устойчивого развития экономики и качества жизни нынешних и будущих поколений является обеспеченность их ресурсами, так как экстенсивный рост потребления ресурсов способствует определённой сырьевой зависимости экономики и обострению экологических проблем,