

Глушко К.А., Водчиц Н.Н., Стельмашук С.С.

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССА ИНФИЛЬТРАЦИИ ТАЛЫХ ВОД СКВОЗЬ МЕРЗЛУЮ ПОЧВУ

Ведение. Движение воды сквозь почву во многом определяется ее состоянием. Движение воды в мерзлой почве кардинально отличается от движения ее в талой почве. В мерзлой почве помимо наличия кристаллов льда, препятствующих движению талой воды, имеют место фазовые переходы, обусловленные запасом холода, накопленным за зиму. Возможны различные состояния – от полной блокировки движения воды до инфильтрации соизмеримой с инфильтрацией в талой почве. Знание механизмов расчета объема инфильтрации талой воды в период весеннего половодья в мерзлой почве позволит разработать комплекс инженерных мероприятий по предотвращению подтопления территорий, вымочек сельскохозяйственных культур.

Уже в начале нынешнего столетия, в 1903 г. А.А. Шалабанов поставил под сомнение существовавшее до того времени мнение о полном отсутствии просачивания талой воды сквозь мерзлую почву. Он высказал предположение, подтвержденное экспериментальными данными, что мерзлая почва водопроницаема и способна пропускать через себя воду. Факт водопроницаемости был установлен тем, что многократно измеренный запас воды в снеге по всей площади водосбора не соответствовал объему поверхностного стока. В дальнейшем это явление было повторено и подтверждено тем же балансовым методом и нашло отражение в работах, а также по изменению влажности почвы за период снеготаяния. Экспедиционные исследования и специально поставленные опыты Н.К. Качинского позволили установить, что инфильтрационная способность почв зависит от степени ее цементации. Последняя выражается в запасе холода, влажности почвенного слоя на момент впитывания. Кроме этого, авторы вышеуказанных работ большое значение уделяют наличию ходов землеройных животных, остатков древесной растительности.

В работах этого периода, проведенных уже с использованием инструментальных съемок, в частности по измерениям понижения уровня воды в заливаемых ячейках и микропонижениях, отмечается новая, неизвестная для того времени закономерность. Она заключается в том, что инфильтрация талых вод начинается сразу с началом таяния снега. Причем скорость инфильтрации переменная во времени и носит монотонно убывающий характер, резко выраженный в начальной стадии. В работе отмечено, что из более чем 700 опытов, проведенных на угодьях пашни, луга, жнивья, представленных почвами в основном суглинками и супесью, не наблюдалось ни одного случая отсутствия инфильтрации.

Совершенствование методической основы проведения полевых опытов и используемого для этого оборудования позволило дать более объективную и качественную информацию по инфильтрации талой воды. Устанавливаются регрессионные связи между различными факторами, влияющими на процесс инфильтрации, и самой интенсивностью инфильтрации.

Составляются эмпирические зависимости, основанные на водном балансе для оценки величины водопоглощения талой воды в мерзлую почву. В.С. Дыгало предлагает уравнение, апробированное на массовых экспериментальных данных:

$$V = h_w + G + O + O_1 - I_c - I_n - Y, \quad (1)$$

где h_w – запас воды в снежном покрове перед началом снеготаяния;

O – осадки за период от даты снегосъемки до даты схода снега;

O_1 – осадки от даты схода снега до конца половодья;

I_c – испарение с поверхности снега за аналогичный период определения;

I_n – испарение с поверхности почвы, освобожденной от снега;

Y – слой талого стока.

Аналогичную зависимость выводит В.Д. Комаров. Переход к прогностическим видам моделей встречается в работах Т.Т. Макаровой, Е.С. Змиевой. Формулы весьма ограничены в региональном применении.

Как справедливо отмечает С.И. Харченко, попытки использовать зависимости Е.С. Змиевой для условий бассейна Нижнего Дона и Белоруссии не дали положительных результатов.

В работах Г.П. Калинина, С.И. Харченко делается попытка отождествить процесс инфильтрации талой воды в мерзлую почву путем введения дополнительного параметра, увязывающего водно-физические свойства талой и мерзлой почвы.

В частности, Г.П. Калинин рекомендует интенсивность инфильтрации определять по формуле:

$$I = k [d \exp(-k'(h_w + O / h_v))], \quad (2)$$

где I – интенсивность инфильтрации;

d – дефицит влажности почвы;

h_v – средняя интенсивность снеготаяния;

k' – параметр, характеризующий водно-физические свойства почвы, определяемый по формуле:

$$k' = k(1 - h_m^{\max}), \quad (3)$$

где k – коэффициент фильтрации почвы;

h_m^{\max} – максимальная глубина промерзания.

Аналогичную зависимость, основанную на дефиците влажности почвы и ее водно-физических свойствах, предлагает и С.И. Харченко.

$$V = (h_w + O - I_c)(1 - (d_{cp} / \rho_n)^2), \quad (4)$$

ρ_n – средняя плотность почвы.

Вполне естественно, что не учитывая процессов, происходящих при инфильтрации талой воды в мерзлую почву, не изучив механизм передвижения влаги в мерзлой почве, нельзя было получить точное аналитическое решение, которое через водно-физические и тепловые характеристики позволило бы прогнозировать величину инфильтрации. Раскрытию физической стороны явления мог способствовать только корректно поставленный эксперимент.

Лабораторные опыты В.Д. Комарова, А.А. Капотова на модельных средах с песком, супесями, суглинками позволили сделать следующие выводы: основными факторами, определяющими интенсивность инфильтрации, являются льдистость образца, выраженная через влажность и температуру; интенсивность инфильтрации должна быть повышенной в начале и конце снеготаяния. Последнее объясняется тем, что в начале снеготаяния происходит сужение пор льдом, вызванное частичным замерзанием в них талой воды за счет запаса холода в

Глушко Константин Александрович, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Водчиц Николай Николаевич, к.т.н., доцент, зав. кафедрой сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Стельмашук Степан Степанович, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

почве и последующее увеличение пор за счет оттаивания почвы.

Коэффициент фильтрации мерзлых почво-грунтов, в частности песка, В.Д. Комаров рекомендует на основании лабораторных опытов определять по формуле:

$$k_m = k_o \exp(-cW) - b, \quad (5)$$

где k_o – величина, близкая к коэффициенту фильтрации непроможенного песка при 0°C ;

W – влажность песка перед промораживанием;

c и b – параметры, зависящие от механического состава песка и его температуры.

В основных результатах опыта авторы отмечают, что в определенных условиях, когда все свободное поровое пространство заполнится водой, почва становится водонепроницаемой, если "сумма запаса холода в ней и скрытая теплота фазовых превращений превысят определенную величину".

И.Л. Калужный отмечает этот момент как фазу отсутствия впитывания. Авторами предполагается, что водонепроницаемый слой оттаивает вместе со скелетом почвы. Это значит, что продолжительность перехода талой воды в грунтовые должна во всяком случае превышать продолжительность существования водонепроницаемого слоя. В то же время, имеющую место инфильтрацию, при наличии водонепроницаемого слоя, некоторые исследователи относят к тому, что на водосборах формируются воронки, или водонепроницаемый слой носит очажный характер.

Результаты исследования А.Н. Киселевой на Ивацевичской мелиоративной станции (1963–1974) показывают наличие инфильтрации на осушенных торфяниках и при наличии водонепроницаемого слоя на всем исследуемом участке. Ежегодно, с 1964 по 1971 год включительно, на исследуемом участке формировался поверхностный сток при одновременном быстром подъеме уровня грунтовых вод. Автор отмечает, что «... вода в почву поступала через талые воронки в торфе, ходы землеройных животных». Продолжительность перехода поверхностного стока в грунтовый сток была в 2–2,5 раза короче продолжительности оттаивания мерзлого слоя почвы на затопленных участках.

Развитие теоретических моделей о передвижении талой влаги в мерзлой почве. Опыты В.Д. Комарова позволили пролить свет на многие физические процессы, протекающие при инфильтрации талой воды в мерзлую почву. Получило свое развитие и экспериментальное подтверждение и теория о неполном замерзании воды в почве.

Одним из подходов к формированию математических моделей на современном этапе является представление почвы в виде капиллярно-пористого тела с сохранением рассмотренных выше допущений Г.П. Калинина и С.И. Харченко. В.Я. Кулик выводит теоретическую зависимость, связывающую коэффициент фильтрации талого и мерзлого грунта с учетом пористости и льдистости. Для легких грунтов он рекомендует формулу:

$$k_m = k_o \left[\frac{P - L - W_H}{P - W_H} \right]^n, \quad (6)$$

где P – пористость талого грунта;

L – льдистость грунта объемная;

W_H – начальная влажность почвы.

Сильная изменчивость коэффициента фильтрации талого грунта и неучет фазовых превращений ограничивают область применения этой формулы. Автор в последующем развивает теорию решения задачи и для случая напорной фильтрации в колонку с модельным грунтом. Авторы рекомендуют применять простейшую модель, записываемую в виде:

$$P_c \frac{dh_{np}}{d\tau} = 1,$$

$$I = k' \left[1 + \frac{P_c + \Delta P}{h_{np}} \right], \quad (7)$$

где P_c – свободная пористость почвы;

h_{np} – мощность промоченного слоя почвы;

P_k – капиллярный напор;

ΔP – давление слоя воды на поверхности почвы.

Данные уравнения предполагают обычную схематизацию процесса для капиллярных колонн. Разделяются фронтом смачивания зона впитывания и сухая зона. Температура промоченной зоны принимается равной нулю, а мерзлой – температуре почвы.

Предыдущие модели применимы для почв, в которых скорость передвижения влаги значительно превышает скорость проникновения тепла. В случае соизмеримости процессов инфильтрация должна рассматриваться как процесс теплового переноса. Решение задач подобного типа возможно только с помощью математических моделей, реально отображающих физику процессов. Различные варианты этих моделей, отличающихся той или иной степенью упрощения, рассматривались в работах.

При моделировании процессов переноса влаги и тепла систему обычно максимально возможно упрощают, в частности: влага перемещается только в жидкой фазе под действием градиента потенциала влажности, осмос не учитывается, температура скелета почвы, температура льда и незамерзшей воды принимаются равными, не учитывается влияние на тепловой режим процессов испарения, сублимации, конденсации, а также перенос тепла конвективными теплопотоками воздуха, пара и жидкой влаги.

Для случая инфильтрации талой воды, как частного случая теплового переноса, систему дифференциальных уравнений записывают в виде:

$$\begin{cases} I = k\rho_e - k_m \left[\frac{d\phi_m}{dt} \right] \frac{\Delta t}{W} - \left[\frac{d\phi_m}{dW} \right] \frac{\Delta W}{t} \\ g_m = L\rho_e k_m - \left[\lambda + L\rho_e k_m \left[\frac{d\phi_m}{dt} \right] \right] \frac{\Delta t}{W} - L\rho_e k_m \left[\frac{d\phi_m}{dW} \right] \frac{\Delta W}{t} \end{cases}, \quad (8)$$

где g_m – поток тепла;

k_m – коэффициент влагопроводности мерзлой почвы;

ϕ_m – потенциал почвенной влаги мерзлой почвы;

λ – коэффициент теплопроводности почвы;

Δt – градиент температуры почвы;

ΔW – градиент влажности почвы;

L – удельная теплота плавления льда;

ρ_e – плотность воды.

В последнее время некоторые авторы рассматривают отдельно процесс теплового переноса для мерзлой и талой зон с дополнительным сшиванием на границах, другие совместно, апеллируя тем, что данный подход оправдан, т.к. получил надежную экспериментальную проверку. Анализируя систему, авторы отмечают, что в случае инфильтрации талой воды в почву со значительным запасом холода инфильтрующаяся влага замерзает в крупных порах, увеличивая льдистость, а выделяемое тепло фазового превращения идет на таяние уже существующего льда. В итоге, должна происходить структурная перестройка почвы.

И первый, и второй подходы предполагают разрушение водонепроницаемого слоя одновременно с оттаиванием, что верно для основной части массива.

В то же время ни в одной из публикаций данного направления не моделируется и не учитывается переменность температуры инфильтрующейся воды. Кроме этого, не ясно, как изменяется интенсивность инфильтрации талой воды в случае снижения температуры воды - остается на достигнутом уровне или снижается; как влияет положение уровня грунтовых вод на величину и интенсивность ин-

фильтрации при различных величинах запаса холода в почве; отсутствует какая-либо информация о величине инфильтрации талой воды при наличии и отсутствии водонепроницаемого слоя.

Условия образования водонепроницаемого слоя. Для оценки возможности возникновения водонепроницаемого слоя существует детально разработанный метод, основанный на теплофизическом расчете взаимодействия талой воды и мерзлой почвы внутри почвы. Значение температуры и влажности, при которых образуется водонепроницаемый слой, названы авторами критическими. Для почв с развитой удельной поверхностью, т.е. с большим содержанием малоподвижной влаги, авторы рекомендуют формулу, по которой, задаваясь произвольным значением критической температуры t_k , можно определить соответствующее значение критической влажности. Расчетная формула имеет вид:

$$W_{н.к.} = \frac{(L + c_E \cdot t_n) \left[\rho_c \cdot \rho_\pi + \rho_\pi \cdot d \cdot W_{НВ}(0) (1 - \rho_\pi / \rho_E) \right]}{d(L + c_E \cdot t_n - c_\pi \cdot t_k)} + \frac{[c_\pi + W_{НВ}(t_k) \cdot (c_E - c_\pi) \cdot \rho_\pi \cdot t_k - L \cdot \rho_\pi [W_{НВ}(0) - W_{НВ}(t_k)]]}{\rho_\pi (L + c_E \cdot t_n - c_\pi \cdot t_k)}, \quad (9)$$

где $W_{н.к.}$ – начальная критическая влажность в долях объема;

ρ_π – плотность льда;

c_E, c_π, c_n – теплоемкость воды, почвы, льда;

$W_{НВ}(0)$ и $W_{НВ}(t_k)$ – количество незамерзшей воды при температуре 0°C и t_k в г/г сухой почвы.

Продолжительность существования водонепроницаемого слоя определяется запасом холода и глубиной промерзания. И.Л. Калужный отмечает, что "...образовавшийся во время оттепелей водонепроницаемый слой может не исчезнуть и с повышением температуры, и водонепроницаемость его не изменится до полного оттаивания". Для водосборов Каменной Степи авторами получены эмпирические зависимости продолжительности существования водонепроницаемого слоя от глубины промерзания.

Расчет оттаивания водонепроницаемого слоя при наличии его мощности производят по существующим формулам, выведенным для оттаивания почвы.

Обеспечение осушительного эффекта мелиораций. Итак, превышение влажности и температуры слоя почвы критических величин вызывает формирование водонепроницаемого слоя почвы, теоретически через который вода не сможет просачиваться. Особенностью же торфяников, как органогенной породы является постоянное увеличение плотности, которое происходит под влиянием осушения, сельскохозяйственного использования, разложения и минерализации органического вещества и других биологических процессов. Этот процесс доминирует во времени, поэтому и вероятность формирования водонепроницаемого слоя будет возрастать, что влечет за собой возрастание доли сельскохозяйственных угодий, затопленных тальми водами.

В настоящее время предотвращение затопления сельхозугодий осуществляется путем регулирования водопоглотительной способности верхнего деятельного слоя почвы и поверхностного осушения. При регулировании водопоглотительной способности почвы существуют разные подходы, из которых можно выделить следующие:

- формирование теплового режима почвы путем недопущения достижения критических температур. С технической точки зрения реализуется это решение валкованием снега. Обоснование этого метода можно найти в трудах ученых;
- формирование режима влажности, путем недопущения достижения деятельным слоем почвы критической влажности. Основано это решение на глубоком заложении дренажа – 1,5 м при расстоянии между дренами 20 м и 1,8 м при расстоянии между дренами 40 м. Данный подход находит свое обоснование в трудах сибирских ученых;

- изменение плотности верхнего горизонта почвы. Осенняя плоскорезная обработка почвы на глубину 15–30 см формирует высокую пористость пахотного горизонта. Наиболее часто применяется в зоне богарного земледелия.

Поверхностное осушение широко применяется в странах Прибалтики, Западной Европы, США, Канаде. В данном случае в зависимости от выраженности рельефа применяют профилирование, бороздование, раскрытие микропонижений, устройство колодцев-поглотителей, обязательную планировку и придание поверхности поля уклона в сторону каналов и борозд.

Анализируя вышеназванные подходы, следует, на наш взгляд, отдать предпочтение регулированию поверхностного стока, как наименее затратному варианту, с разработкой дополнительных агротехнических приемов, повышающих его эффективность. Разработанные в последнее время учеными БелНИИМил экологически совершенные конструкции накопителей поверхностного и дренажно-стока также способствуют принятию этого решения.

Заключение

1. Многими исследователями установлено, что мерзлые почвогрунты различного механического состава, включая и осушенные торфяники, фильтруют талые воды во время схода снега и формирования половодья.
2. При определенных соотношениях температуры мерзлого слоя почвы и влажности формируется водонепроницаемый слой. Разрушение его происходит одновременно с оттаиванием почвы.
3. В существующих математических моделях инфильтрации почва рассматривается однородной. Возможность инфильтрации при наличии водонепроницаемого слоя в существующих расчетных схемах не учтена.
4. На осушенных торфяниках с близким к поверхности и изменяющимся уровнем грунтовых вод отсутствуют данные по инфильтрации талых вод, и нет способов их расчета в период половодий.
5. Отсутствуют данные о внутрисуточном ходе инфильтрации при переменных метеорологических условиях.
6. Осушительный эффект мелиорации в зависимости от региональных условий достигается:
 - недопущением достижения почвой критических температур;
 - недопущением достижения почвой критической влажности;
 - изменением плотности верхнего слоя почвы путем осенней плоскорезной вспашки;
 - поверхностным осушением систем.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Адаменко, В.Н. Мелиоративная климатология / В.Н. Адаменко. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 184 с.
2. Дыгало, В.С. Экспериментальные исследования просачивания воды в почву для оценки потерь талых и дождевых вод по наблюдениям на подмосковной водобалансовой станции: автореф. дис.... канд. тех. наук: спец. 05.23.16 / В.С. Дыгало – М.: МГУ, 1971. – 26 с.
3. Специализированные экологические ниши при реконструкции мелиоративных систем на сработанных мелкозалежных торфяниках // Мелиорация и экология: аспекты рационального использования водных и земельных ресурсов: сб. научных трудов. – Мн.: Изд. БелНИИМВХ, 1991. – С. 31–39.
4. Змиева, Е.С. Весенний сток в бассейне р. Волги и его прогноз / Е.С. Змиева // Труды ГГИ. – 1956. – Вып. 39. – С. 27–34.
5. Иванов, И.С. О возможности определения температурной зависимости содержания незамерзшей воды по температурам ее фазовых превращений в мерзлых горных породах / И.С. Иванов, Л.В. Чистотин // Материалы VIII Всесоюзного межведомственного совещания по криологии (мерзлотоведение). – Якутск, 1966. – Вып. 4. – С. 30–45.
6. Ивицкий, А.И. Основы проектирования расчетов осушительных и осушительно-увлажнительных систем / А.И. Ивицкий. – Мн.: Наука и техника, 1988. – 311 с.

7. Идзон, П.Ф. Предварительные результаты исследований над процессами инфильтрации талой воды в почву / П.Ф. Идзон // Труды ин-та ЦИП. – 1951. – Вып. 23(59). – С. 26–32.
8. Калюжный, И.Л. Гидрофизические исследования при мелиорации переувлажненных земель / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова, С.А. Лавров. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 255 с.
9. Калюжный, И.Л. Формирование потерь талого стока / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 159 с.
10. Кайгородов, А.Н. Проблемы освоения пойменных земель южной части Тюменской области / А.Н. Кайгородов // Проблемы и опыт мелиоративного и водохозяйственного освоения Сибири: сб. науч. трудов. – Омск, 1991. – С. 30–34.
11. Калинин, Г.П. Об использовании уравнения водного баланса для расчета и прогноза стока и факторов, его обуславливающих / Г.П. Калинин // Труды ин-та ЦИП. – 1968. – Вып. 65. – С. 26–32.
12. Капотов, А.А. Исследование водопроницаемости талых и мерзлых почво-грунтов верхних слоев аэрации: автореф. ... дис. канд. тех. наук: 05.23.16 / А.А. Капотов – Л.: Государственный гидрологический институт, 1973. – 20 с.
13. Киселева, А.И. Формирование грунтового и поверхностного стока на бассейнах Полесской низменности / А.И. Киселева, И.А. Чернова // Мелиорация и использование торфяников Полесья: сб. науч. статей. – Минск, 1975. – С. 9–16.
14. Комаров, В.Д. Лабораторные исследования водопроницаемости мерзлой почвы / В.Д. Комаров // Труды ин-та ЦИП. – 1957. – Вып. 54. – С. 3–42.
15. Краснощеков, Н.В. Комбинированное задержание снега – важнейший элемент почвозащитной системы земледелия / Н.В. Краснощеков // Вестник с.-х. наук. – 1980. – № 11. – С. 42–45.
16. Кулик, В.Я. О зависимости коэффициента фильтрации от льдистости грунта / В.Я. Кулик // Метеорология и гидрология. – 1969. – № 9. – С. 68–71.
17. Кучент, Л.С. Формирование речного стока / Л.С. Кучент, В.Н. Демидов, Ю.Г. Мотовилов. – М.: Наука, 1983. – 216 с.
18. Макарова, Т.Т. Исследование условий формирования весеннего половодья р. Камы и методика его прогноза / Т.Т. Макарова // Труды ин-та ЦИП. – 1955. – Вып. 39. – С. 15–22.
19. Минаев, И.В. Конструкция колодца-накопителя дренажного стока и его роль в организации водооборота / И.В. Минаев, А.И. Еськов, А. М.Войтович // Мелиорация и экология: аспекты рационального использования водных и земельных ресурсов: сб. науч. трудов. – Мн.: Изд. БелНИИМВХ, 1991. – С. 39–51.
20. Новокатин, В.В. Применение закрытого дренажа для осушения низинных болот Западной Сибири / В.В. Новокатин // Проблемы и опыт мелиоративного и водохозяйственного освоения Сибири: сб. науч. трудов. – Омск, 1991. – С. 24–30.
21. Романов, В.В. О потерях талых вод на инфильтрацию в подзолистые почвы и черноземы / В.В. Романов, К.К. Павлова, И.Л. Калюжный // Труды ин-та ГГИ. – 1974. – Вып. 214. – С. 106–122.
22. Салазонов, В.С. О динамике оттаивания почвы / В.С. Салазонов // Метеорология и гидрология. – 1966. – № 6. – С. 40–44.
23. Справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Ч. 1. – Вып. 7: солнечная радиация и радиационное сияние. – 65 с.
24. Филлипова, А.К. Условия инфильтрации талой воды в период снеготаяния почвы / А.К. Филлипова // Труды ин-та ГГИ. – 1950. – Вып. 24(78). – С. 133–159.
25. Хакимов, Х.Р. К вопросу о тепловых расчетах промерзания или оттаивания грунта / Х.Р. Хакимов // Труды НИИ оснований и фундаментов. – 1952. – № 9. – С. 45–63.
26. Цытович, Н.А. О незамерзшей воде в рыхлых горных породах / Н.А. Цытович // Известия АН СССР. Сер. Геология. – 1947. – № 3. – С. 16–19.
27. Шалабанов, А.А. Пропускает ли воду мерзлая почва / А.А. Шалабанов // Почвоведение. – 1903. – № 3. – С. 269–274.
28. Шульгин, А.М. Снежная мелиорация и климат почвы / А.М. Шульгин. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 68 с.

Материал поступил в редакцию 23.04.13

GLUSHKO K.A., VODCHITS N.N., STELMASHUK S.S. Development of conceptual approaches to studying of process of an infiltration of thawed snow through the frozen soil

The analysis of the design schemas of move of thawed water through frozen ground is executed. The concepts of constructing of the idealized patterns of an infiltration of melt waters are reviewed. The expertise of gathering is generalized Moisture in ground in a vernal period in different countries.

УДК 628.316

Махамбетова Р.К.

ПРОБЛЕМЫ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

Введение. Дефицит пресной воды в Казахстане уже является одним из главных лимитирующих факторов развития экономики страны. С учетом тенденций развития сельского хозяйства, совершенствования технологий промышленного производства, роста населения, суммарная потребность в воде на ближайшую перспективу оценивается в 55–60 млрд. м³ в год, что в 1,5–1,8 раза больше современного водопотребления. При этом эксплуатируемые водоочистные сооружения работают по устаревшим технологиям, базирующимся на кондиционировании природных вод с небольшими техногенными и антропогенными загрязнениями, их барьерные функции в отношении ионов тяжелых металлов, хлороорганических соединений, фенолов, нефтепродуктов и других, ныне распространенных загрязнений чрезвычайно малы.

Внедрение новых технологических процессов, в частности, озонирования, сорбции, флокуляции и ряда других, гарантирующих доброкачественное водоснабжение, не обрело необходимого масштаба из-за недостатка инвестиций.

Нормативно-методическая база действующего ГОСТа не соответствует современным требованиям, предъявляемым к контролю качества питьевой воды (по 28 показателям). В то же время, «Руководство по качеству питьевой воды», изданное Всемирной организацией здравоохранения в 1993 году, декларирует контроль качества более чем по 100 показателям. Задержка в принятии новых нормативных технических актов обусловлена неудовлетворительным техническим/технологическим состоянием систем водоподготовки и неадекватным современным требованиям/возможностям обеспечения качества воды.

Состояние существующих водоисточников и систем водоснабжения. Регион расположен в полупустынной зоне, водные ресурсы ограничены. Интенсивное освоение природных ресурсов привело к ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки, износу существующих систем водоснабжения, постепенному загрязнению и минерализации источников воды, экстенсивному росту объема

Махамбетова Роза Карымсаковна, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Каспийского государственного университета технологий и инженеринга им. Ш. Есенова.

Республика Казахстан, КГУТУИ им. Ш. Есенова, Мангистауская область, г. Актау, 32 микрорайон.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология