

ГИДРОГЕОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
HYDROGEOLOGICAL SCIENCES

DOI: 10.26104/NNTIK.2022.41.63.016

Гаев А.Я., Куделина И.В., Алферов И.Н.

**УРАЛ ДАРЫЯСЫНЫН БАССЕЙНИНДЕГИ ОБЪЕКТИЛЕРДИН МИСАЛЫНДА
АЙЛАНА-ЧӨЙРӨНҮ БУЛГАНУУДАН САКТОО ЖОЛДОРУ ЖӨНҮНДӨ**

Гаев А.Я., Куделина И.В., Алферов И.Н.

**О СПОСОБАХ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ**

A. Gaev, I. Kudelina, I. Alferov

**ON WAYS TO PROTECT THE ENVIRONMENT FROM POLLUTION ON THE
EXAMPLE OF OBJECTS IN THE BASIN OF THE RIVER URAL**

УДК: 556.3/5: 504.43

Урал бассейниндеги геоэкологиялык көйгөйлөрдүн курчушу курчап турган чөйрөгө интенсивдүү жана өсүп жаткан техногендик жүк менен байланыштуу. Бул жерде ири тоо-кен жана айыл чарба ишканалары, кара жана түстүү металлургия, машина куруу жана электротехника өнөр жайлары, ар түрдүү курулуш тармактары иштейт. Бул ишканалардын баары айлана-чөйрөнү жана табигый сууларды, анын ичинде сууну жана ичүүчү сууну булгашат. Аларды булгануудан коргоо үчүн биз тосмо технологияларды иштеп чыктык жана дарыянын бассейнинде кеңири изилдөөлөрдү жүргүздүк. Урал жана анын суу чарба; Булгануу процесстеринин кеңири жайылган шарттарында ичүүчү сапаттагы сууну алууга мүмкүндүк берген ыкмалар, приборлор жана чаралардын комплекси иштелип чыккан.

Негизги сөздөр: айлана-чөйрө, булгануу, дарыя бассейни, геоэкологиялык көйгөйлөр, тоскоолдук технологиялары, орнотуу, тик дренаж, горизонталдуу дренаж.

Острота геоэкологических проблем в бассейне р.Урал связана с интенсивной и нарастающей техногенной нагрузкой на окружающую среду. Здесь функционируют крупные горнодобывающие и сельскохозяйственные предприятия, черная и цветная металлургия, машиностроительная и электротехническая отрасли, разнообразная строительная индустрия. Все эти предприятия загрязняют окружающую среду и природные воды, включая воды водохозяйственного и питьевого назначения. Для защиты их от загрязнения разработаны барьерные технологии и выполнен обширный комплекс исследований в бассейне р. Урал и на его водохозяйственных объектах.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, бассейн реки, геоэкологические проблемы, барьерные технологии, установка, вертикальный дренаж, горизонтальный дренаж.

The severity of geoecological problems in the Ural basin is associated with an intense and growing technogenic load on the environment. Large mining and agricultural enterprises, ferrous and non-ferrous metallurgy, machine-building and electrical industries, and a diverse construction industry operate here. All these enterprises pollute the environment and natural waters, including water and drinking water. To protect them from pollution, barrier technologies have been developed and an extensive set of studies has been carried out in the basin of the river. Ural and its water facilities.

Key words: environment, pollution, river basin, geoecological problems, barrier technologies, installation, vertical drainage, horizontal drainage.

Вводные замечания. Процессы загрязнения природных вод и окружающей среды создают

геоэкологические проблемы вокруг крупных горнодобывающих предприятий цветной и черной металлургии, машиностроения, электротехнической промышленности, сельского хозяйства и стройиндустрии. Из 32 районов области в 29 отсутствуют качественные очистные сооружения. Устранение экологических проблем, является актуальной, для перехода к устойчивому развитию. Для оценки устойчивости окружающей среды к загрязнению разработаны методы экспертной оценки с использованием понятия экологической емкости геологической среды [1].

Использован широкий арсенал методов исследований наземных, полевых и дистанционных. Тяжелые металлы, определены методами атомной абсорбции и спектральных приближенно-количественных анализов.

Авторами разработаны модели аллювиального водоносного горизонта с ареалами его загрязнения (рис. 1). На основе комплекса геолого-геофизической информации установлено блочное строение геологической среды. Аллювиальный горизонт представляет собой линзы протяженностью до 10 км. Но ширина их не превышает 3-х м. 1) В составе горизонта наиболее водоносны песчано-гравийно-галечные отложения; их мощность составляет порядка 2-10 м. Глубина до воды в аллювии варьирует от 1 до 19 м, а мощность горизонта изменяется от поймы (20-30 м), до второй надпойменной террасы Урала, Самары и Сакмары (до 3-5 м). 2) До 90% водных ресурсов приурочено к пойме и только 10% – к надпойменным террасам; 3) Глинистой фракции в пойме содержится не более 3-х %, а на 2-ой надпойменной террасе достигает 50% и более. Она представлена гидрослюдами, и каолинитом. Коэффициент фильтрации аллювия в пойме достигает 50 м/сут, составляя на второй террасе менее 5 м/сут [1]. Выполнено моделирование, освещающее представления о количестве водных ресурсов и характере взаимодействия в системе вода – порода.

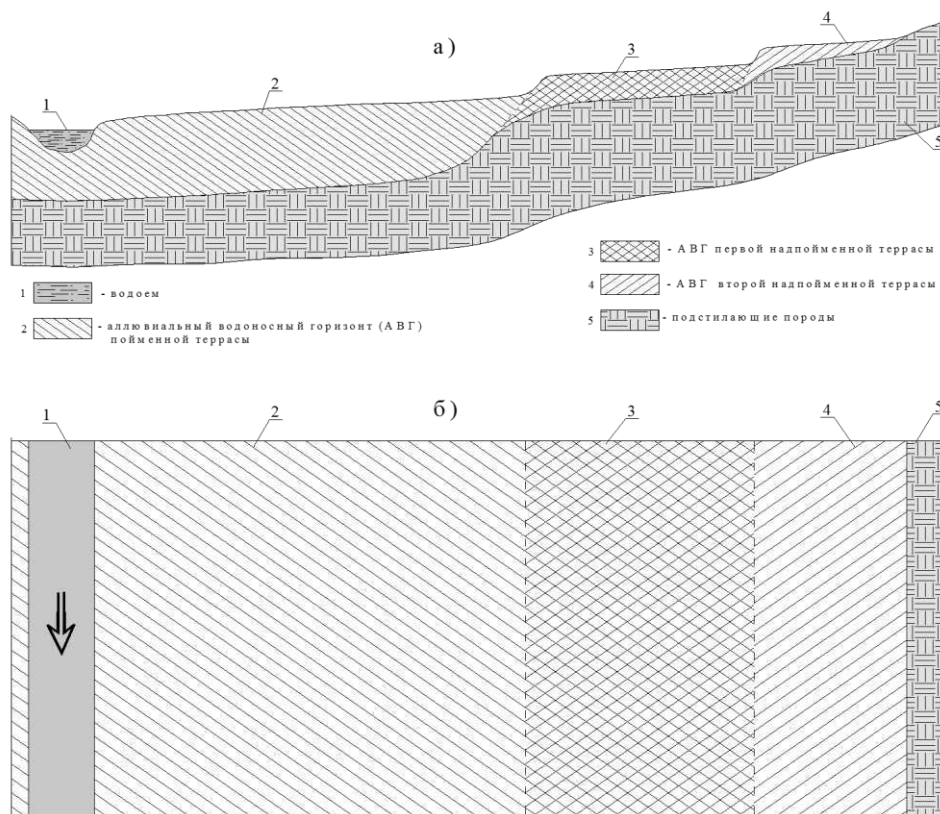


Рис. 1. Аллювиальный водоносный горизонт: а) разрез; б) план.

Рекомендуется проследить состояние геологической среды на площадях, отличающихся повышенной экологической емкостью и параметрами, близкими к указанным в таблице 1. Мощность аллювия меняется от 20÷30 м в пойме, уменьшаясь до 3÷5 м на 2-ой надпойменной террасе. 90% аллювиальных вод сосредоточено в пойме, и уменьшается ко второй надпойменной террасе до 3÷5%. Глинистая фракция, наоборот, возрастает по объему от песчано-гравийно-галечных отложений в пойме (1÷3%) до 50 % и более на 2-ой надпойменной террасе, где мощность аллювия уменьшается до 3÷5 м. Коэффициент фильтрации аллювия в пойме

составляет до 50 м/сут и более, уменьшаясь до 5 м/сут и менее на 2-ой террасе. Экологическая емкость – это способность геологической среды поглощать загрязнители, нейтрализуя их воздействие на биосферу и здоровье человека. Понятие экологической емкости соответствует емкости поглощения, представление о которой обосновал А.Н. Бунеев (1945) относительно анионов и катионов. А.Я. Гаев и И.Н. Алферов распространили это представление на загрязнители окружающей среды, назвав эту емкость экологической. Наиболее распространенными загрязнителями являются тяжелые металлы (медь, цинк, железо, кобальт, никель и др.).

Таблица 1

Параметры аллювиальных водоносных горизонтов в долине р. Урал

Террасы	Мощность аллювия, м	Кол-во глин. фракции	Водные ресурсы	Кф, м/сут	Экол. ёмк-ть, мг.-экв. на 100г
Пойменная	20–30	пониженное, не более 3%	основные (до 90 %)	высокий, до 50 и более	пониженная, $n \cdot 10$
1-ая надпойменная	10	невысокое, 3–10 %	невысокие, (7–10 %)	невысокий, 5–20	невысокая, $n \cdot 100$
2-ая надпойменная	3–5	повышенное, до 50 % и более	низкие (3–5 %)	пониженный, < 5	повышенная, $n \cdot 1000$

Примечание: n – число от 1 до 10.

Экологическая емкость измеряется в мг-экв. на 100 г породы. Установлено, что повышенной емкостью обладают песчаники с карбонатным и карбонатно-глинистым цементом и карбонаты. Обломочные высокодисперсные породы имеют повышенную экологическую емкость. Они характеризуются повышенной суммарной поверхностью обломочных частиц. При взаимодействии с загрязнениями растворы и геологическая среда подвергаются трансформации. Интенсивность трансформации определяется экологической емкостью пород. Определены параметры экологической емкости для известняков, песчаников и других разновидностей пород. Так, экологическая емкость известняков и песчаников на карбонатно-глинистом цементе составляет 2-9 граммов на 100 г породы. Установлена приуроченность основных водных ресурсов аллювия к пойме, а загрязняющих веществ – к водосборным площадям [2].

О совершенствовании водопользования и систем защиты водозаборов от загрязнения. Разработаны способы защиты водозаборов хозяйственно-питьевого назначения, которые основаны на использовании барьерных технологий, и комплексных геохимических, и гидродинамических барьеров. Представления о геохимических барьерах разработаны А.И. Перельманом [3]. Представления о гидродинамических барьерах (ГБ далее) разработаны В.Д. Бабушкиным, который создается при одновременной откачке пресных и загрязненных вод. Между дренажом загрязненных вод и водозабором пресных вод формируется непроницаемый гибкий барьер [4].

По В.Д. Бабушкину ГБ находится в зоне пресных вод и исключает поступление загрязнения к водозабору (рис. 2). Для безграничного пласта его положение определяется по уравнению 1. По формуле 2 определяется пересечение его границ с осями x и y .

$$-Q_g \arctg \frac{y}{x} + Q_b \arctg \frac{y}{d-x} = 0, \quad (1)$$

где x и y – это координаты точки, лежащей на линии раздела потоков;

d – расстояние между водозабором и дренажом;

Q_b и Q_g – дебиты водозабора пресных вод и дренажа.

Решаем уравнение (1), задавая линией параллельной оси y , при $x_0 = a$. На линии $x = a$ подбираем значение $y = y_0$. Уравнение (1), приближается к нулю, а x_0 определяется по формуле (2):

$$x_0 = \frac{Q_g \cdot d}{Q_g + Q_b}, \quad (2)$$

где x_0 – точка на оси x , в которой скорость фильтрации равна нулю.

С ростом производительности водозабора пресных вод и увеличением отношения Q_b/Q_g , как свидетельствуют численное решение формулы 2, граница раздела потоков перемещается к загрязненным водам. При $Q_b/Q_g = 1$ расстояние от границы раздела потоков до водозабора составляет $0,09 d$. При $Q_b/Q_g = 2,0$ расстояние границы раздела потоков удаляется от водозабора пресных вод на $0,66 d$, становится в 6 раз больше, чем в первом случае. Предельно возможное отношение дебита водозабора и дренажа по В.Д. Бабушкину [4] рассчитывается по формуле (3)

$$\frac{Q_b}{Q_g} < \frac{1 - \eta_x/d}{\eta_x/d} \mu, \quad (3)$$

где η_x – ордината точки пересечения границы раздела потоков с осью x при совпадении границы раздела потоков с границей загрязненных вод.

При увеличении отбора пресных вод граница раздела потоков перемещается в сторону дренажа. Для слежения за продвижением вокруг стенки загрязненных вод и моделирования ситуации, режима и гидрогеохимических условий на водозаборе, вместе с Е.В. Лихненко, выполнено обоснование схемы расположения ГБ (рис. 3). Перед строительством защитной стенки по данным откачки корректируется проект строительства стенки. Наблюдения позволяют выявить геохимические барьеры, в природной обстановке и использовать их в технологии [5, 6], комбинируя их с ГБ. Целесообразно картографировать барьеры на стадии геолого-съемочных работ, регистрируя при этом основные варианты проникновения загрязняющих веществ к водозаборам 1, 4].

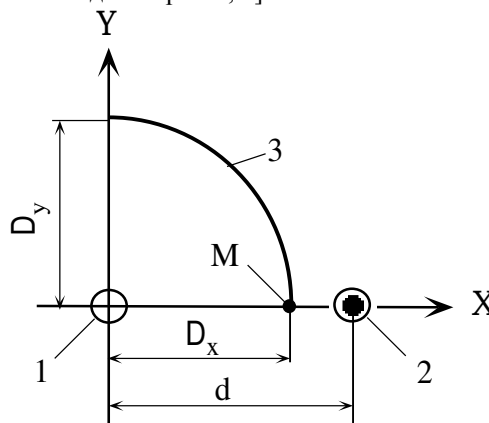


Рис. 2. Схема водозабора и дренажного сооружения загрязненных вод в однородном неограниченном водоносном

пласте: 1 – дренажное сооружение; 2 – водозабор; 3 – граница между потоками к водозабору и дренажному сооружению.

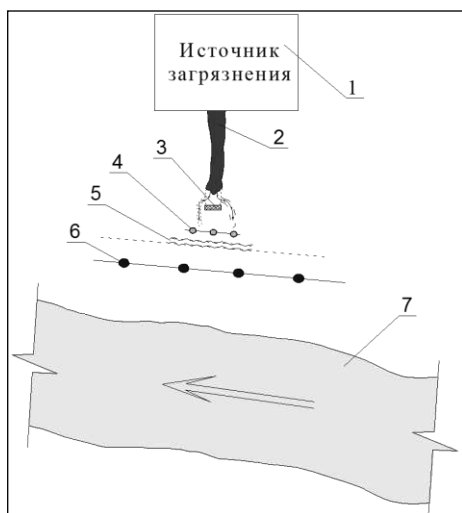


Рис. 3. Схема расположения гидродинамического барьера: 1 – источник загрязненных вод; 2 – потоки загрязненных вод; 3 – механический барьер; 4 – дренаж загрязненных вод; 5 – гибкий ГБ; 6 – водозаборные скважины чистых вод; 7 – река.

1. Источники загрязнения нередко расположены на склоне долины реки, и потоки загрязняющих веществ распространяются вниз по рельефу к речной долине и водозаборам.

2. Источники загрязнения часто расположены выше по реке, загрязняя инфильтрационный водозабор и водоем. Загрязняющие вещества поступают в водозабор от водоема.

3. Загрязняющие вещества могут поступать в водозабор с обеих сторон. При расположении источника загрязнения на склоне долины, потребует выполнения планировки местности и создание стенки из глинобетона или цементной завесы (рис. 4).

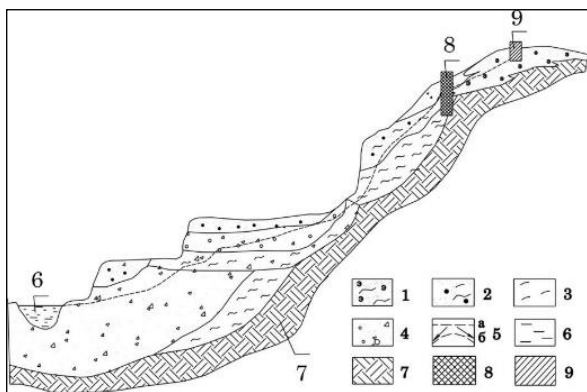


Рис. 4. Барьерное устройство перед источником загрязнения: 1 – элювий, 2 – песчано-илисто-глинистые отложения, 3 – глины и суглинки, 4 – аллювиальный

водоносный горизонт, 5 – УГВ, 6 – река или водоем с чистой водой, 7 – водоупорные коренные породы, 8 – искусственный барьер, 9 – источник загрязнения.

Потребуется вскрыть и перекрыть всю проницаемую толщу пласта вплоть до водоупора и осуществить буровые и горнопроходческие работы и большие объемы вяжущих материалов, обустройство системы контроля за качеством вод ниже по потоку от барьерного устройства. При локализации очага загрязнения, ниже по потоку от его источника (рис. 5), параметры барьера зависят от ширины потока загрязняющих веществ и Кф. В аллювиальных отложениях Кф их варьирует от 5 м/сут в супеях до 1000 м/сут, в галечниках. Для типичного аллювия Кф в бассейне Урала составляет 20÷50 м/сут. Для него рекомендуется устраивать комплексный барьер.

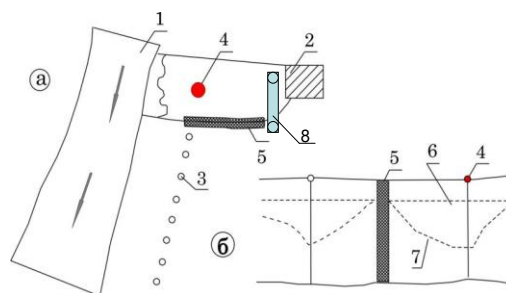


Рис. 5. Комплексный барьер в долине реки: 1 – потоки загрязненных вод, 2 – элювий, 3 – илесто-глинистые отложения, 4 – глины и суглинки, 5 – аллювиальный водоносный горизонт, 6 – УГВ, 7 – река с чистой водой, 8 – водоупор, 9 – геохимический барьер, 10 – гидродинамический барьер, 11 – водозаборные скважины, 12 – дренаж, 13 – источник загрязнения.

Комплексный барьер (КБ-далее) обеспечивает локализацию загрязняющих веществ, уже проникших в водоносный горизонт (рис. 6).

КБ не только перехватывает загрязнители. Часть их может распространиться за пределы влияния заградительного сооружения, но длина пути и время миграции их к водозабору увеличивается и общая экологическая емкость пород достаточна для локализации загрязнения.

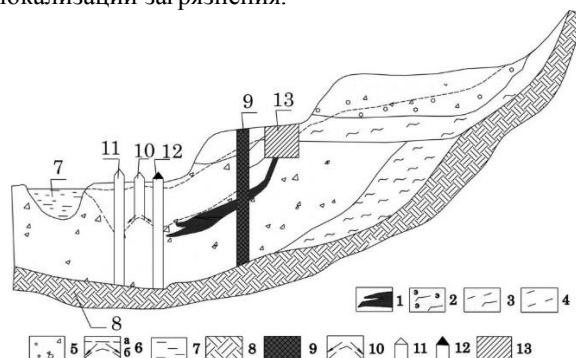


Рис. 6. План а и разрез б комплексного барьера: источник загрязнения расположен в долине реки. 1 – водоем чистых вод, 2 – источник загрязнения, 3 – водозаборные скважины,

4 – дренажные скважины, 5 – комплексный барьер,

6 – статический УГВ, 7 – динамический УГВ, 8 – установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа.

В третьем варианте загрязняющие вещества поступают в водозабор со стороны водоема. Степень самоочищения определяется продолжительностью фильтрации, длиной пути очищаемых вод и физико-химической активностью системы вода – порода. Для роста эффективности очистки разработан КБ второго типа. На рисунках 7 и 8 барьерное устройство показано в разрезе и плане.

В Оренбуржье имеются сложные варианты поступления загрязняющих веществ к водозабору со стороны водоема и от источников, расположенных на водосборных площадях, где рекомендован КБ. Они призваны изолировать водозаборы от потоков загрязняющих веществ, поступающих, от водоема, и от источников загрязнения на водоразделе (рис. 9, 10).

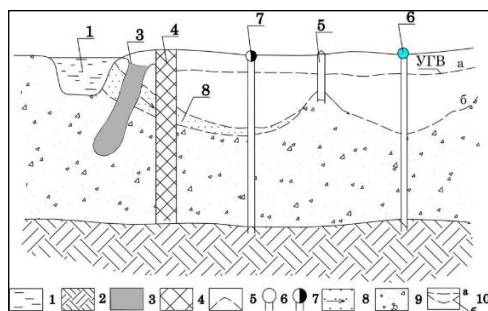


Рис. 7. Схема комплексного барьера с временным дренажем (разрез): 1 – водоем с загрязненной водой, 2 – водопор. барьеры: 3 – стихийный биохимический, 4 – природно-техногенный, 5 – гидродинамический, 6 – водозаборные скважины, 7 – дренажные скважины, 8 – потоки загрязненных вод, 9 – водоносный горизонт, 10 – УГВ: а – статический, б – динамический.

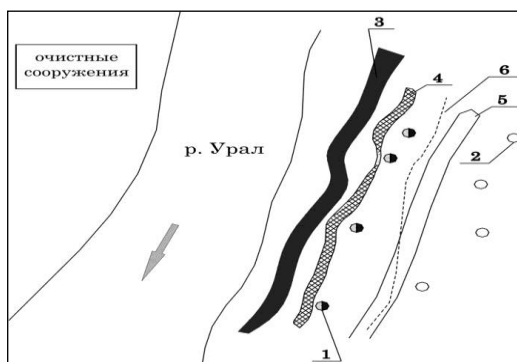


Рис. 8. Комплексный барьер (план): 1 – дренажные скважины, 2 – водозаборные скважины. Барьеры: 3 – стихийный биохимический, 4 – природно-техногенный, 5 – гидродинамический, 6 – ареалы загрязнения.

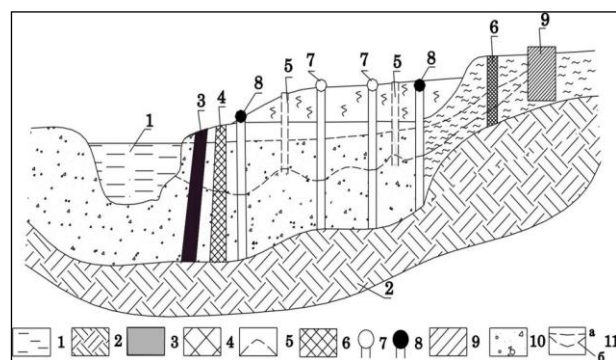


Рис. 9. Комплексный барьер с двухсторонним поступлением загрязняющих веществ к водозаборам хозяйственно-питьевых вод одновременно от реки и с водосбора. 1 – водоем с загрязненной водой, 2 – водопор. барьеры: 3 – биохимический, 4 – природно-техногенный, 5 – гидродинамический, 6 – искусственный геохимический, 7 – водозаборные скважины, 8 – дренажные скважины, 9 – источник загрязнения, 10 – аллювиальный горизонт, 11 – УГВ (а – статический, б – динамический).

Принципиальным отличием этих устройств и способов служит одновременная откачка питьевых и дренажных вод, которые используются в сельскохозяйственных и технических целях. По расчетам, даже в случае соблюдения санитарно-защитных зон загрязненные вещества за 75 лет проникают вплоть до реки. Промышленные объекты Оренбуржья построены в 30-х гг. XX века и их запас экологической емкости полностью исчерпан и требуется их усилить инженерными методами.

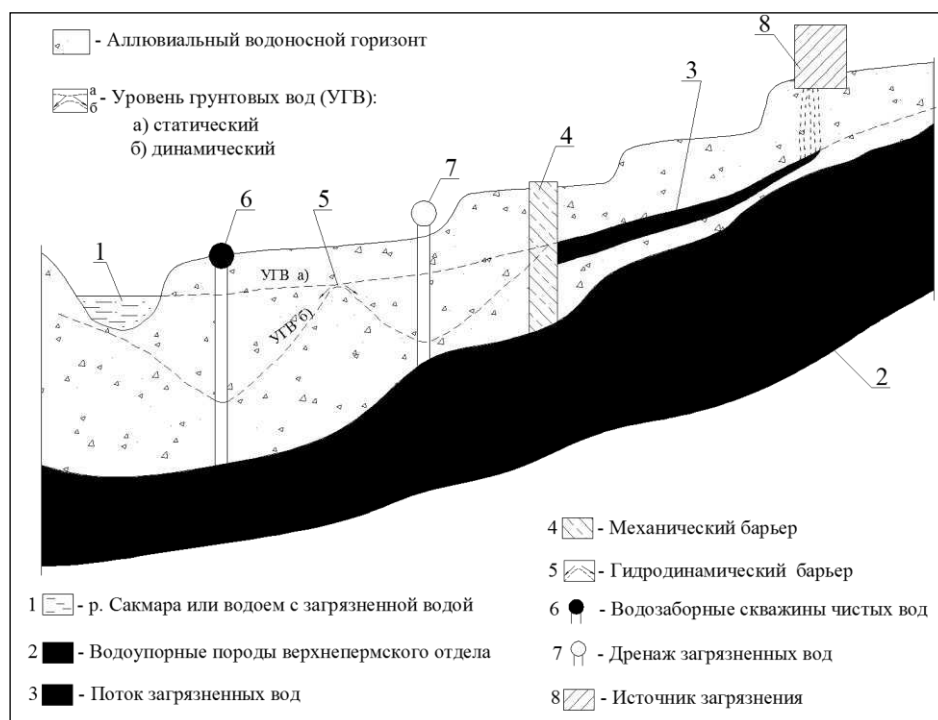


Рис. 10. Комплексный гидродинамический и геохимический барьер.

Загрязненные воды предприятий Оренбуржья, построенные в 30-50-е гг. XX столетия, к настоящему времени проникли в аллювиальный водоносный горизонт пойм рр. Урала и Сакмары, и движутся на сотни метров в год [6]

$$X_2 = \frac{V_{C2} \times t}{n_4} \quad (4)$$

где $V_{C2} = I_2 \cdot \kappa_4$, I_2 – гидравлический градиент в аллювиальном водоносном горизонте;

κ_4 – коэффициент фильтрации аллювиальных отложений.

Снизить техногенную нагрузку на окружающую среду в горнодобывающих районах возможно путем: 1) утилизации отходов производства с ликвидацией свалок и 2) ликвидируя накопители отходов и рекультивируя их площади. Переработка отходов снизит экологическую опасность, от отвалов пород и руд, отстойников и разных накопителей. Их ликвидация с утилизацией отходов потребует крупные капиталовложения, что является серьезным препятствием для реализации мер. Рекультивация нарушенных земель, занятых отходами производства, сдерживается так же неудовлетворительными водно-физическими и химическими свойствами горнодобывающих отходов производства. Они накоплены в огромных масштабах, включая исключительно большие объемы трудно

очищаемых сточных вод. В сточных водах и отходах часто не хватает или нет элементов питания растений. Это препятствует их использованию в лесомелиоративных и агропромышленных целях. Водная и ветровая эрозия с отвалов и подвижность жидких отходов препятствуют рекультивации нарушенных земель. Пыление отвалов загрязняет атмосферу и почвы в радиусе до 25 км и более от них. Сами отвалы, занимая огромные площади, поставляют в окружающую среду, включая подземные и поверхностные воды, сотни тонн тяжелых металлов и других загрязняющих веществ. Исследованы способы защиты природных вод от загрязняющего воздействия хвостохранилищ и накопителей отходов. Отвалы покрываются глинами и суглинками, арланской нефтью и химическими веществами. Поверхность отвалов увлажняется, а грунты закрепляются. Для пылеподавления применяется сульфатная барда. Инфильтрацию атмосферных осадков снижают, покрывая поверхность отвалов глиной и глинистыми грунтами. Это препятствует и пылению воздуха. Защиту откосов отвалов от эрозии обеспечивает покрытие их полимерными пленками. Эти меры комплексуются в процессе создания физического барьера, состоящего из:

- 1) верхнего слоя почвенного;
- 2) барьерного гидравлического слоя;
- 3) подготовительного, слоя (рис. 11).

Чтобы придать почвенному слою устойчивость к ветровой и водной эрозии, отвалы засевают многолетними травами, что стимулирует развитие транспирации. Создавая глинистый водоупорный слой, мы препятствуем инфильтрации осадков. В полуаридных районах Оренбуржья достаточно мощность гидроизоляционного слоя в 30-50 см [1]. В условиях с гумидным климатом для стимулирования инфильтрации атмосферных осадков используются геомембраны и барьерные материалы высокой стоимости. С целью предотвращения загрязнения геологической среды и природных вод рекомендуется учитывать и использовать экологическую емкость и инженерные разработки устройств, методов и способов подготовки, очистки и защиты природных вод. Совершенствовать водопользование мы планируем путем более активного использования систем оборотного водоснабжения предприятий, а также систем орошения.



Рис. 11. Физический барьер, создаваемый на поверхности отвалов.

Геохимический барьер можно легко сформировать, закачивая в водоносный горизонт перед ареалом загрязнения искусственные смеси с высокой экологической емкостью, такие как, известковое молоко. Совмещение геохимического барьера с гидродинамическим обеспечивает ниже по потоку хорошее качество воды. Это эффективно особенно там, где трещинно-грунтовые воды имеют слабокислую реакцию среды, например, в Восточном Оренбуржье. При смене реакции среды вод на слабо щелочную формируется щелочной барьер, при котором из раствора выпадают тяжелые металлы и другие элементы. Это повышает возможности обустройства в водоносном горизонте геохимических барьеров. Их эффективность растет при применении комплекса конкретных методов очистки вод: нейтрализации, адсорбции, реагентных, ионообменных, биологических и электрохимических. Наиболее экономически доступной и простой является закачка в пласт известкового молока. Происходит не только нейтрализация вод, но и извлечение из них за счет сорбции пылеватыми и пелитовыми частицами компонентов загрязнителей. Совместное проявление щелочного и сорбционного

барьеров усиливается недорогими коагулянтами и флокулянтами. При очистке вод от тяжелых металлов, а качестве коагулянта используется FeCl_3 , превращаемый при окислении в гидроокислы железа. Они хорошо сорбируют тяжелые металлы совместно с гидроокислами алюминия, которые используются в виде квасцов. Это – сернокислые соли алюминия, а также гидроксосульфиды, гидроксохлориды и хлориды алюминия. На щелочном геохимическом барьере алюминий формирует с кальцием и сульфат ионами сульфоалюминаты кальция, труднорастворимые соединения [1]. Адсорбция ухудшается при загрязнении вод нитратами, хлоридами и фосфатами. В аллювиальном горизонте на внешнем фронте загрязнений, поступающих с водосборной площади, происходит значительное разбавление загрязняющих веществ. Эффективность применения указанных сорбентов возрастает. При фильтрации коагулирующие загрязнения отделяются, и содержание тяжелых металлов в воде снижается на порядок и более. В процессе поиска новых эффективных коагулянтов и флокулянтов используются смеси с полимерами и полиакриламидами. Если они нейтральные, то не ухудшают фильтрацию по сравнению с полимерами отрицательно заряженными [1]. Фирма Британии рекламирует коагулянт в 10 раз эффективнее квасцов и FeCl_3 . Очистка стоков достигается при этом на 99,9%. Техничко-экономические параметры применения этого коагулянта уступают комплексным барьерам, которые защищают водные ресурсы и очищают сточные воды от различных загрязнителей. В России широко применяются такие коагулянты, как FeCl_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и флокулянты полимерные [1]. Их применение с барьерными технологиями по эффективности и экономическим параметрам не уступают зарубежным рекомендациям, включая и указанные британские. Комплексные гидродинамические и геохимические барьеры для защиты водозаборов и водоемов имеют преимущества по сравнению с известными методами и способами, а также дают значительную экономию финансовых и материальных средств, производственных площадей. Исключаются нитрификация органического азота и технологии, и удаление осадков.

Разработана и используется для локализации загрязнения установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа, которая пригодна для борьбы с подтоплением территории, сложенной обломочными неоднородными породами с ложковым аллювием. Вдоль оврагов и по бортам ложков происходят денудация, плоскостной смыв и линейная эрозия. В ложках формируется ложковый аллювий, т.е. плохоокатанные и не отсортированные песчано-гравийно-галечные отложения, по которым

перемещаются загрязненные воды с водосборных площадей и верхних надпойменных террас. На ряде участков Оренбуржья загрязнение достигло водохозяйственных объектов, ухудшив их качество воды за счет поступления тяжелых металлов и органических веществ. Загрязнены ложки и овраги, расположенные у городской свалки и предприятий Оренбурга: завода РТИ, Нефтемаслозавода, Сакмарской ТЭЦ, птицефабрики «Оренбургский бройлер» и др. Ширина ложков небольшая, так овраг Ураз-Гильде в самом широком месте не превышает 70÷80 м. Надо перекрыть потоки загрязнителей, иначе воды водозаборов утратят свое качество, особенно на надпойменных террасах. Они уже сегодня имеют минерализации до 2,6 г/л и в них превышены нормы по жесткости, хлоридам и сульфатам, по железу (> 10 мг/л), соединениям азота (до 62,0 мг/л NO_3^-), селену (до 5,2 мкг/л), окисляемости (до 8,4 мг/л O_2). Рекомендуется использовать разработанную установку совмещенного горизонтального и вертикального дренажа. Конструкция установки включает дренажную канаву

глубиной 4÷5 м с проходкой на ее крыльях двух эксплуатационных скважин, конструкция которых показана на рисунке 12. Обе эксплуатационные скважины обустраиваются, как совершенные, и бурятся на всю мощность верхнего водоносного горизонта. В непосредственной близости от каждой скважины пробурены по кругу 6 скважин меньшей глубины, все скважины обустроены обсадными колоннами труб и специальными фильтрами. В 5 из шести скважин рекомендована засыпка мелкого щебня, с извлечением обсадных труб. Одна из 6 скважин оборудуется фильтром и предназначена для выполнения наблюдений за уровнем грунтовых вод в процессе откачки. Эксплуатационные скважины также оборудуются фильтром в интервале нескольких метров. При откачке происходит вынос песчаного материала из водоносного горизонта в связи с развитием суффозионных процессов. Одновременно с выносом песчаного материала осуществляется засыпка мелкого щебня в 5 из шести скважин, вокруг эксплуатационной скважины.

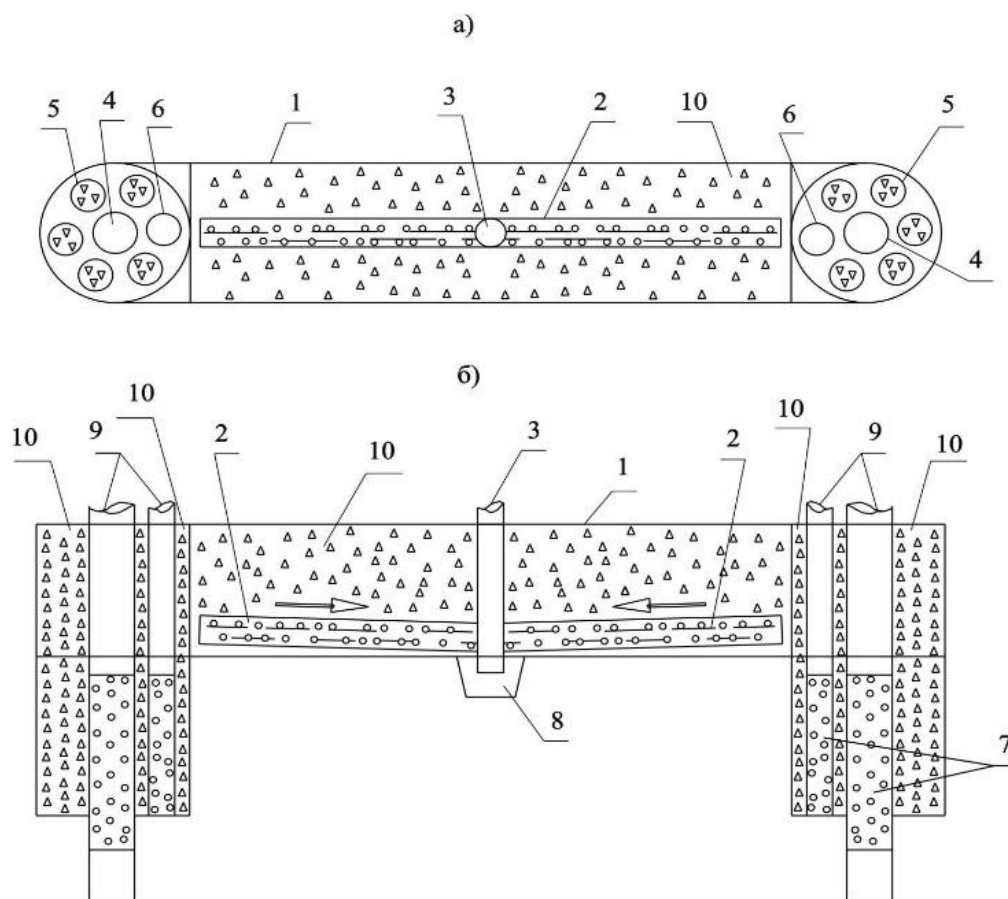


Рис. 12. Конструкция совмещенного вертикального и горизонтального дренажа с целью перехвата загрязняющих веществ: а) в плане, б) в разрезе: 1 – горизонтальная горная выработка с дренажной трубой, заполненная щебнем; 2 – дренажная труба

с перфорацией; 3 – выводная труба; 4 – эксплуатационные скв. с погружными насосами; 5 – специальные скв. с щебнистой засыпкой; 6 – наблюдательная скв.-пьезометр; 7 – интервалы перфорации фильтра в эксплуатационных и наблюдательных скв.; 8 – зумпф для сбора загрязненных вод; 9 – обсадные трубы; 10 – щебнистый заполнитель.

Это обеспечивает формирование песчано-гравийного фильтра эксплуатационной скважины, снижающего интенсивность суффозионных процессов. Установка обеспечивает перехват потока загрязненных вод при низкой однородности водовмещающих пород.

Выводы:

1. Разработана модель аллювиальных водоносных горизонтов, позволяющая при расположении источника загрязнения на склоне речной долины, провести локализацию в виде планировки местности и созданию цементной завесы, или стенки из глинобетона, при этом вскрывается и перекрывается вся проницаемая толща пласта вплоть до водоупора.

2. Идея защиты от загрязнения водохозяйственных объектов и водоемов связана с использованием естественных и созданием искусственных геохимических и гидродинамических барьеров. Разработаны устройства и способы защиты водозаборов пресных вод от загрязнения в условиях их эксплуатации, с использованием барьерного принципа.

3. Разработаны способы непроницаемых комплексных барьеров между водозабором пресных вод и дренажом загрязненных вод, исключаяющие поступление загрязнений в водохозяйственные объекты и водоемы находясь в зоне пресных вод. Система наблюдений за эксплуатацией барьера и режимом подземных вод рассчитана на длительный период времени.

4. Разработанные устройства принципиально отличаются от известных. В барьерных технологиях защиты водохозяйственных объектов рекомендуется шире применять неорганические коагулянты (FeCl_3 , Ca(OH)_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) и полимерные флокулянты. Комплексные барьеры и установки по улавливанию загрязняющих веществ способны защитить ресурсы пресных вод и очистить водозаборы и загрязненные сточные воды от загрязняющих компонентов. Поданы заявки на соответствующие патенты в Федеральный институт промышленной собственности РФ.

Литература:

1. Гаев А.Я., Алферов И.Н., Гацков В.Г. Экологические основы водохозяйственной деятельности Перм. ун-т. Пермь. - Оренбург, 2007. - 327 с.
2. Гаев, А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод. - Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. - 368 с.
3. Перельман, А.И. Геохимия. - М.: Высш. Шк., 1989. - 528 с.
4. Бабушкин В.Д., Гаев А.Я., Гацков В.Г. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого ПГНИУ. - Пермь, 2003. - 264 с.
5. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. - М.: Научный мир, 2001. - 328 с.
6. Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов при фильтрации из хранилища промстоков. М., 1961. - 98 с.
7. Гаев А.Я., Куделина И.В., Леонтьева Т.В. Водохозяйственные проблемы вододефицитных территорий на примере Южного Урала. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2019. - №. 4. - С. 218-222.
8. Куделина И.В. О водохозяйственных проблемах и необходимости разработки программы природопользования для оренбургской городской агломерации. / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2018. №. 1. С. 92-95.