

ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ И МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ РУДНИЧНЫХ И ДРЕНАЖНЫХ СТОЧНЫХ ВОД. ПРОЕКТНАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ РУДНИЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

СОКОВНИНА Ольга Владимировна

студентка 2-го курса магистратуры «Водоснабжение городов и промышленных предприятий»

МИКРЮКОВА Елена Михайловна

старший преподаватель кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова»
г. Ижевск, Россия

В данной статье рассматривается деятельность горно-обогатительного комбината. В результате, которой образующиеся стоки сбрасываются в пруд-отстойник и далее загрязненная вода впадает в р. Ворскла, при этом нормы загрязнения, сбрасываемых стоков превышают предельно допустимые концентрации (ПДК) рыбохозяйственного назначения. Для решения данной проблемы было предложено строительство насосно-фильтровальной станции (НФС), производительностью 500 м³/ч, с затопленным оголовком руслового водозабора.

Ключевые слова: рудничные и дренажные сточные воды, содержание фтора, обессоливание, фильтрация, насосно-фильтровальная станция.

В данной статье рассматривается деятельность горно-обогатительного комбината. В результате, которой образующиеся стоки сбрасываются в пруд-отстойник и далее загрязненная вода впадает в р. Ворскла, при этом нормы загрязнения, сбрасываемых стоков, превышают ПДК рыбохозяйственного назначения [1]. Вопросы очистки и утилизации шахтных сточных вод Яковлевского рудника была детально рассмотрена в предыдущих работах [3; 4].

Исходя, из реальной обстановки, возможными вариантами утилизации рудничных дренажных сточных вод являются:

Вариант 1. Сброс неочищенных или частично очищенных сточных вод в реку Ворскла на разбавление расчета, что после смешения этих вод с водой реки в контрольном створе в воде ее будет превышена ПДК вредных веществ воды водоемов рыбохозяйственного назначения [1].

Вариант 2. Сброс в реку Ворскла очищенных до такой степени дренажных и рудничных сточных вод, чтобы концентрация вредных веществ, в сбрасываемые водоемы, не превышала ПДК для воды рыбохозяйственного назначения [1].

Вариант 3. Полная или частичная ликвидация сброса в реку Ворскла за счет безвозвратного потребления этих вод всех или их части в производстве и закачки этих вод в глубокие горизонты.

Возможно комбинирование из приведенных вариантов.

Вариант 1. Сброс неочищенных шахтных сточных вод из расчета на смешение.

По отдельным показателям вода в реке Ворскла выше существующего сброса шахтных сточных вод уже загрязнена выше ПДК для воды водоемов рыбохозяйственного назначения. В связи с этим для Яковлевского рудника установлен норматив допустимого сброса, с концентрацией загрязняющих веществ, в сбрасываемых водах на уровне ПДК в воде водоемов рыбохозяйственного назначения. Поэтому схема утилизации рудничных и дренажных сточных вод, путем сброса их без очистки или с частичной очисткой в р. Ворскла из расчета на разбавление, в принципе не должна рассматриваться.

Но даже, если бы вода в реке Ворскла не была загрязнена по отдельным показателям выше ПДК для вод водоемов рыбохозяйственного назначения, такой вариант рас-

смаатривать невозможно в связи с малым расходом воды в реке.

Для расчета разбавления следует принимать расчетный минимальный среднемесячный расход воды в реке 95% обеспеченности [1]. Согласно предыдущим работам, этот расход составляет 140 м³/ч. Расчетный расход шахтных сточных вод составляет 500 м³/ч, т. е. более чем в три раза превосходит расчетный расход реки.

Очень детально варианты сброса неочищенных шахтных сточных вод из расчета на смешение и разбавление рассмотрены в предыдущих работах по Яковлевскому руднику [3; 4].

В этих работах показана полная несостоятельность такого варианта решения вопроса.

Вариант 2. Очистка рудничных и дренажных сточных вод до ПДК в воде водоемов рыбохозяйственного назначения [11].

Рудничные сточные воды Яковлевского рудника загрязнены разного рода солями по многим показателям выше ПДК. Исходя из этого, очистка их до ПДК в воде водоемов рыбохозяйственного назначения должна предусматривать обессоливание. В предыдущих проектных работах института «Центрогипроруда» были рассмотрены варианты обессоливания. Из промышленно апробированных методов был принят метод обратного осмоса. Применение этого метода обессоливания для очистки шахтных сточных вод Яковлевского рудника, как наиболее подходящего метода, было подтверждено научно-исследовательским институтом коммунального водоснабжения и очистки воды [5].

Обессоливание обратным осмосом, как и другие меры обессоливания, дорогой и сложный как в строительстве, так и в эксплуатации метод. В дренажных сточных водах содержание загрязняющих веществ по всем показателям не превышают ПДК для воды водоемов рыбохозяйственного назначения кроме содержания фтора [3]. Концентрация фтора в настоящее время в дренажных водах составляет 1,06 мг/дм³, с возможным повышением через 10 лет до 1,4 мг/дм³.

Концентрации фтора в воде реки Ворскла, сформировавшаяся под влиянием природных

факторов, составляет 1,14÷1,05 мг/дм³, в зависимости от времени года. Следует ожидать, что при сбросе дренажных сточных вод в балку Терны, с расходом 150 м³/ч без уменьшения содержания фтора в них в ближайшие водоемы – Рязановский пруд – поступит вода, с содержанием фтора, примерно, в 1,5 раза меньше начального содержания, за счет разбавления дренируемых балкой Терны грунтовых вод. Об этом свидетельствует существующее положение. При сбросе в пруд-отстойник, в настоящее время шахтных сточных вод, с расходом, порядка, 400-500 м³/ч при выходе из пруда-отстойника содержание фтора в шахтных сточных водах составляет 6,54÷6,98 мг/дм³. При выходе в Рязановский пруд содержание фтора уже составляет 4,17÷4,74, т. е. в 1,5 раза меньше.

При сбросе дренажных сточных вод в балку Терны, с расходом 150 м³/ч, т. е. в три раза меньше, чем сбрасывается сейчас, содержание фтора при поступлении в Рязановский пруд также будет в 1,5 раза меньше первоначального, порядка 0,7÷0,9 мг/дм³.

Исходя из анализа существующего положения, при поступлении в реку Ворскла через Рязановский пруд, Крапивенское водохранилище содержание фтора будет еще меньше порядка 0,7-0,6 мг/дм³, за счет разбавления в водохранилище при содержании фтора в воде реки Ворскла, 1,14÷1,05 мг/дм³, т.е. больше, чем в сбрасываемых дренажных сточных водах.

Но согласно НДС необходимо снижать содержание фтора в дренажных сточных водах до 0,75 мг/дм³, т.е. исходя из таблицы 2 на 0,31÷0,65 мг/дм³, и такое решение принимается в проекте [1].

Такое снижение содержания фтора в дренажных сточных водах с учетом химического состава воды [3] можно обеспечить очисткой следующими известными методами:

1. На промышленных очистных сооружениях реагентным хозяйством, фильтровальной станцией, складами реагентов, резервуаром, насосными станциями с насосами, обслуживающими процесс очистки [2].

1.1. Фильтрацией через фильтры открытые или напорные, загруженные активированной

окисью алюминия. Потребная мощность фильтров, порядка 40 м². Регенерация загрузкой фильтров раствором сульфата алюминия.

1.2. Фильтрацией через фильтры, загружаемые гидроксил-апатитом. Потребная площадь фильтров, порядка 40 м². Регенерация загрузки фильтров раствором NaOH.

Методы очистки на промышленных сооружениях путем фильтрации через специальные загрузки – это дорогие сложные методы, связанные с получением токсичных отходов, требующих утилизации.

2. Электрокоагуляцией с последующим отстаиванием с применением алюминиевых электродов [7]. Успешно применяется в Китае. В отечественной практике не применяется.

3. Фильтрованием через слой известняка. В 2005-2006 гг. Санкт-Петербургским государственным горным институтом им. Г.В. Плеханова были проведены экспериментальные работы на Яковлевском руднике.

В экспериментах было получено снижение концентрации фтора в два раза при фильтрации через известково-глинистый материал и даны примерные конструктивные решения по осуществлению такой очистки путем устройства фильтрующей дамбы.

Очистка шахтных сточных вод, пропусканием через пруды-отстойники и фильтрующие слои перед сбросом в р. Ворскла, рекомендуется заключением экспертной комиссии по проекту I очереди строительства Яковлевского рудника [2].

Очистка от фтора, с применением фильтрующих дамб, относительно простой и дешевый способ в строительстве и эксплуатации.

Вариант 3. Полная или частичная ликвидация сброса рудничных дренажных сточных вод в реку Ворскла, путем безвозвратного потребления этих вод и закачка этих вод в глубокие подземные воды.

Согласно [9] возможно закачать в глубокие подземные горизонты до 250 м³/ч рудничных сточных вод. Общее количество рудничных сточных вод 350 м³/ч, дренажных 150 м³/ч, всего 500 м³/ч, все по среднечасовому расходу. Следовательно, полностью закачать все эти воды в глубокие горизонты и прекратить сброс в р. Ворскла невозможно.

В проекте принято следующее решение о строительстве НФС, производительностью 500 м³/ч, с затопленным оголовком руслового водозабора [4]. НФС предполагает забор воды из поверхностного источника, фильтрации и подачи фильтровальной воды, для технических нужд, связанных с производственной деятельностью [12].

Исходная вода из пруда-отстойника шахтных вод поступает под гидростатическим напором в водоприемный оголовок руслового водозабора. Водоприемный оголовок оборудован сетчатыми фильтрующими элементами, и выполняет роль первичной грубой очистки исходной воды от крупного плавающего мусора и взвешенных веществ. Далее, исходная вода, очищенная от крупных включений, поступает в самотечном режиме по трубопроводу Ду500 водозаборного коллектора длиной 36 м в береговой колодец (поз. 2, рисунок 1). Излив водозаборного коллектора в береговом колодце, оборудован клиновой задвижкой, и может быть перекрыт при необходимости, например, на время проведения профилактических или ремонтных работ. Уровень воды в береговом колодце устанавливается такой же, как в поверхностном источнике. Береговой колодец оснащен поплавковыми датчиками, позволяющими контролировать падения уровня воды ниже минимального и защитить насосы от возникновения сухого хода. Также в береговом колодце располагается патрубок всасывающего коллектора, по которому вода поступает в помещение НФС (поз. 3). Береговой колодец (поз. 2, рисунок 1) работает по принципу сообщающего сосуда с поверхностным источником исходной воды – прудом-отстойником шахтных вод. Когда насосы в НФС забирают воду из колодца, уровень воды в колодце понижается и за счет разницы уровней начинает поступать свежая вода из поверхностного источника. Вода из берегового колодца (поз. 3, рисунок 1) поступает по трубопроводу Ду500 всасывающего коллектора в помещение НФС (поз. 3, рисунок 1) под гидростатическим напором или в режиме «всаса» в зависимости от текущего уровня воды в береговом колодце.

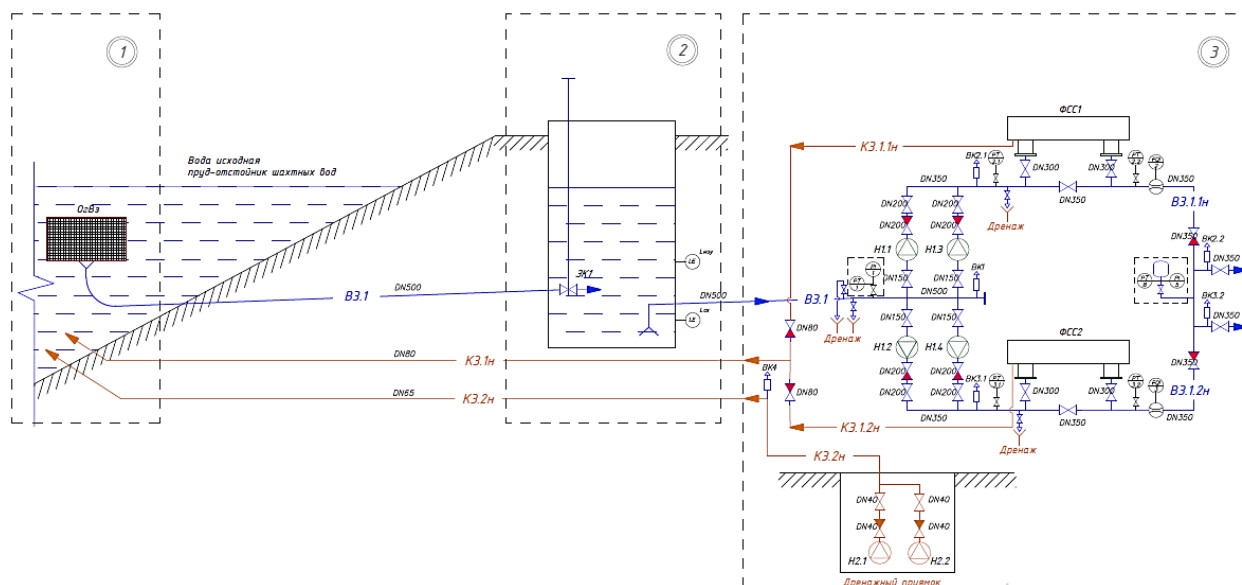


Рисунок 1. Технологическая схема насосно-фильтровальной станции

В НФС вода из всасывающего коллектора разбирается моноблочными насосами сухой горизонтальной установки BL 125/390-75/4-X5 (2 рабочих + 1 резервный), которые обеспечивают ее подачу на фильтрацию с суммарным расходом $525 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 59,5 м. Перед фильтрацией трубопровод подачи воды разделяется на два направления. Фильтрация осуществляется на напорных сетчатых фильтрах непрерывной фильтрации функцией одновременной автоматической промывки STF FMA2012 (1 рабочий + 1 резервный). Сетчатый элемент фильтра имеет рейтинг фильтрации 100 мкм, задерживает, таким образом, все включения от 100 мкм и выше [8]. Промывка фильтра осуществляется автоматически, в периодическом режиме по мере загрязнения фильтрующего сетчатого элемента. Промывная вода от фильтра отводится в напорном режиме по отдельному

трубопроводу Ду80 и сбрасывается обратно в пруд-отстойник шахтных вод. Далее фильтрованная вода от каждого из двух фильтров проходит через узел учета (расходомер) на каждой из двух ветвей трубопровода, после чего трубопровод вновь соединяется и вода подается на выпуск – к потребителям. Концы выпускных патрубков заглушены временными заглушками до тех пор, пока не будет выполнено присоединение коллектора подачи воды потребителям [6]. Помещение НФС оборудовано дренажным приемком, в котором установлены погружные дренажные насосы Wilo Drain TC 40/10, $Q = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 4,5 \text{ м}$, $N = 1 \text{ кВт}$, с поплавковым выключателем (1 рабочий + 1 резервный) [10].

В результате, предложенной технологической схемы, показатели очищенных стоков удовлетворяют ПДК рыбохозяйственного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».
- СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.
- ООО «Металл-групп» Яковлевский рудник. Корректировка технического проекта. Основные технические решения. Книга 6. Очистка и утилизация шахтных вод. ОТР 1870-6430-ПЗ.4, 2003.

4. ООО «Металл-групп» Яковлевский рудник. Проект I очереди строительства на 1, 0 млн. тонн сырой руды в год. Том V. Общерудничные объекты. Книга 4. Водоснабжение канализации. Пояснительная записка и чертежи. П2040-3000-ПЗ.ВК.
5. Письмо № 4-01/05 от 18.01.2005 г. НИИ КВОВ по рекомендуемому методу обессоливания шахтных вод Яковлевского рудника.
6. Горбачев Е.А. Проектирование очистных сооружений водопровода из поверхностных источников. – 2004.
7. Беликова С.Е. Водоподготовка: Справочник. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
8. Журба М.Г., Вдовин Ю.И., Говорова Ж.М., Лушкин И.А. Водозаборно-очистные сооружения и устройства. – М.: Издательство Астрель, 2003. – 569 с.
9. ООО НТЦ «НОВОТЭК». Технологический регламент утилизации шахтных вод.
10. Микрюкова Е.М., Соковнина О.В. Подбор наиболее оптимального насосного оборудования для решения проблемы канализации Первомайского района г. Ижевска // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. Т. 16. – № 3. – С. 22-27.
11. Соковнина О.В., Микрюкова Е.М. Разработка локальных очистных сооружений поверхностного стока в г. Ижевске Первомайского района. В сборнике: Инновационные технологии в системах водоснабжения и водоотведения. Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет И.Н. Ульянова». – 2019. – С. 105-110.
12. Соковнина О.В., Микрюкова Е.М. Разработка технологической схемы водозаборного сооружения для горного обогатительного комбината // Велес. – 2020. – № 4-1(82). – С. 69-75.

POSSIBLE SCHEMES AND METHODS FOR CLEANING AND UTILIZATION OF MINERAL AND DRAINAGE PRECISION WATER. DESIGN SCHEME OF CLEANING AND UTILIZATION OF MINER WASTE WATER

SOKOVNINA Olga Vladimirovna

2nd year student of the magistracy «Water supply of cities and industrial enterprises»

MIKRYUKOVA Elena Mikhailovna

Senior Lecturer of the Department «Water supply and water treatment»

M.T. Kalashnikov's Izhevsk State Technical University

Izhevsk, Russia

This article examines the activities of the mining and processing plant. As a result, the resulting wastewater is discharged into the settling pond and then the polluted water flows into the river. Vorskla, while the norms of pollution of discharged effluents exceed the maximum permissible concentrations (MPC) for fishery purposes. To solve this problem, it was proposed to build a pumping and filtering station (LFS) with a capacity of 500 m³/h, with a flooded head of the channel water intake.

Key words: mine and drainage wastewater, fluorine content, desalination, filtration, pumping and filtering station.
