

расстоянии от сбросного отверстия избыточная концентрация примеси будет незначительно превышать фоновую.

В заключение следует подчеркнуть, что для расчета одного варианта задачи потребовалось 7 с компьютерного времени.

**Выводы.** В работе разработана 2D CFD модель для расчета процесса разбавления шахтных вод в море. Построенная модель позволяет рассчитывать процесс разбавления с учетом взаимодействия морского потока и потока шахтных вод, и основных физических факторов, влияющих на рассматриваемый процесс. Дальнейшее развитие настоящей работы следует проводить в направлении создания 3D модели процесса разбавления шахтных вод в море на базе модели вязкой жидкости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антошкина Л.И. Численное моделирование процессов загрязнения поверхностных и подземных вод / Л.И. Антошкина, Н.Н. Беляев, Зыонг Нгуен Суан, Е.Д. Коренюк – Днепропетровск: «ЧП Свидлер А.Л.», 2004.–167с.
2. Антошкина Л.И. Математические модели в задачах водопользования / Л.И. Антошкина, В.М. Багрий, Н.Н. Беляев, И.И. Дудникова, Е.Д. Коренюк – Днепропетровск: «ЧП Грек А.С.», 2006. – 168с.
3. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости / М.И. Гуревич. - М.: Наука, 1979. –536с.
4. Згуровский М. З. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М.З. Згуровский, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев.. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
5. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский – М.: Наука, 1978. – 735 с.
6. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук – М.: Наука, 1982. – 320с.
7. Самарский А. А. Теория разностных схем / А.А. Самарский – М.: Наука, 1983. – 616с.

**УДК 622.02.6:622.648.2**

Доктор техн. наук О.В. Витушко  
(Шахта Ольховая-Западная),  
канд. техн. наук С.В. Дзюба  
(ИГТМ НАН Украины)

### **ЗНАЧЕНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Розглянуто підземні гідротехнічні споруди з точки зору забезпечення регламентованого гідралічного режиму функціонування шахти і безпечного ведення гірничих робіт. Представлені основні схеми гідротехнічного комплексу робочих горизонтів шахт. Наведено приклад вибору схеми і гідротехнічного устаткування в умовах шахти «Вільхова - Західна».

### **THE ROLE OF HYDRAULIC STRUCTURES FOR EFFECTIVE WORK COAL ENTERPRISES**

Underground waterworks considered in terms of regulated hydraulic mode of operation of the mine and safe mining operations. The basic schemes of hydraulic mining complex working levels are presented. An example of selecting the scheme and hydraulic equipment in the mine "Vilkhova - Zahidna" is presented.

Основным назначением подземных гидротехнических систем является обеспечение регламентированного гидравлического режима объектов горных технологий, в том числе геотехнических систем подземного строительства и подземной разработки месторождений полезных ископаемых. Отметим, что подземные гидротехнические системы представляют собой совокупность под-

земных гидротехнических сооружений в виде зумпфов, водосборников, выработок и тому подобное, технологически связанных между собой гидравлическими машинами.

В настоящее время практически все лавы угольной отрасли работают с периодическим или с постоянным притоком воды в очистные забои. Приток воды характеризуется коэффициентом водообильности, который равен объему откачиваемой воды на 1 т добываемого полезного ископаемого и для которого известны регрессионные зависимости от добычи и водопритока. Наибольшие притоки и прорывы воды отмечаются в зоне активного водообмена – до глубины 300 м. Одновременно с этим возможны притоки воды в лавы в зоне замедленного водообмена, распространяющегося до глубины около 1000 м. Как правило, вода поступает в выработанное пространство или в очистной забой из кровли, если водоносные породы залегают на расстоянии менее 40 м от кровли разрабатываемого пласта, где  $m$  – мощность угольного пласта, и из почвы, если они залегают на расстоянии менее 2 – 4 м от почвы. При этом нагрузка на обводненный очистной забой снижается в среднем на 20%, и в результате снижения устойчивости кровли и несущей способности почвы или затопления призабойного пространства лавы выходят из строя, что приводит к необходимости их перенарезки и к потере подготовленных к отработке запасов угля.

Сегодня практически на всех шахтах в состав гидротехнических систем входят несколько гидротранспортных установок, рассредоточенных в околоствольном дворе основного горизонта и на рабочих горизонтах уклонных полей (рис. 1) [1, 2]. С рабочих горизонтов уклонных полей вода откачивается в водосборник главного водоотлива, размещаемого в околоствольном дворе основного горизонта. В этот же водосборник зумпфовой гидротранспортной установкой перекачивается гидросмесь, поступающая в зумпф скипового ствола.

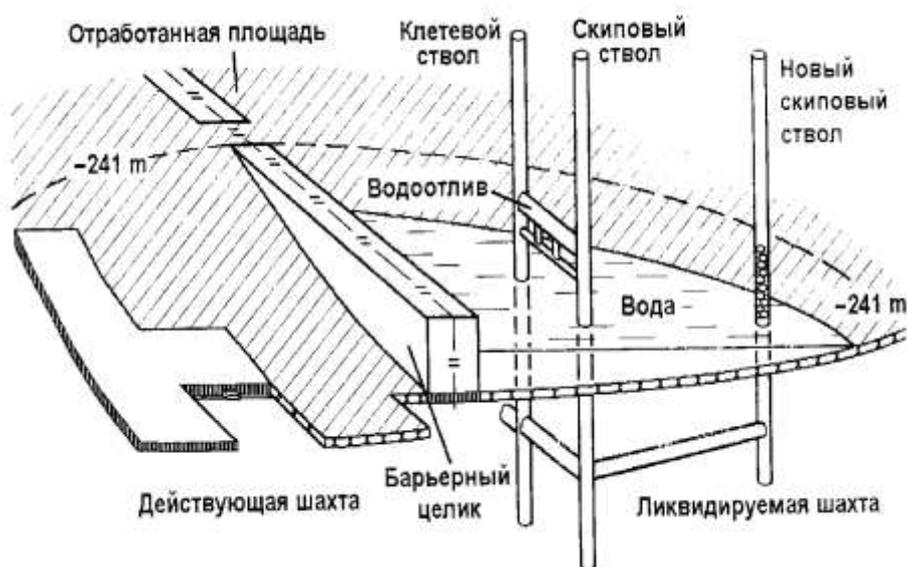


Рис. 1 - Принципиальная схема формирования водоносного горизонта

При этом гидротранспортные установки не связаны между собой функционально, а главный и зумпфовой водоотливы располагаются рядом друг с другом. Подземные гидротранспортные установки оборудуются секционными цен-

тробежными насосами, которые надёжно работают на осветлённой шахтной воде. Как показывает опыт эксплуатации, осветляется вода только на главных и участковых гидротранспортных установках, а зумпфовые гидротранспортные установки работают на неосветлённой воде и поэтому часто выходят из строя.

Управление процессом шахтного водоотлива за счет изменения параметров перекачиваемой среды для условий Украины до сих пор является наиболее простым и распространенным методом регулирования [3–5]. Использование этого метода в шахтных условиях обусловлено:

- наличием в технологии процессов осветления, отстаивания, сепарации;
- применением технологий гидромеханизации при проведении горных работ;
- использованием методов управления водопротоком шахтных вод.

До сих пор управление параметрами перекачиваемой среды, как правило, заключалось в регулировании расхода воды, подаваемой в водосборник, а также в удалении из потока частиц диаметром более одной трети диаметра трубопровода.

Обследование водоотливов действующих шахт и схем перетока гидросмеси (рис. 2) показало, что основные затраты связаны с очисткой зумпфов от шлама, поступающего в них с шахтной водой. В результате ситового анализа выявлено, что максимальная крупность шламов в водосборниках главного водоотлива составляет 3 мм, для участковых водосборников характерно наличие более крупных частиц – преимущественно 3 – 25 мм.

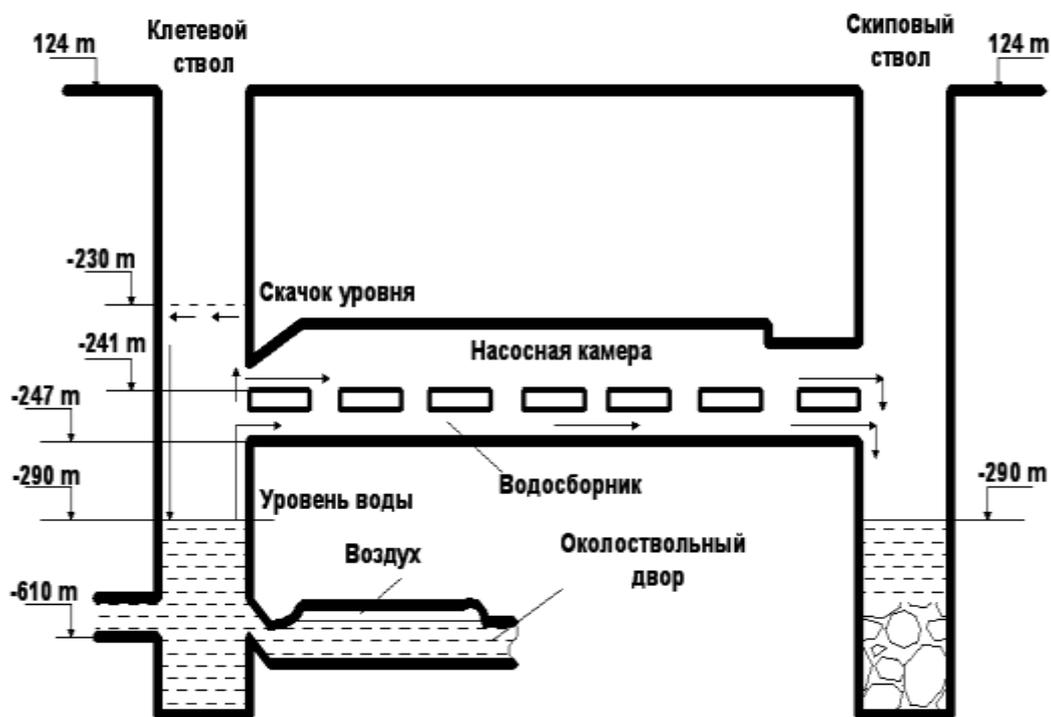


Рис. 2 - Принципиальная схема перетока гидросмеси

Существующие конструкции зумпфов в виде системы горизонтальных и наклонных выработок большой протяжённости и малого сечения, а также организация работы гидротранспортных установок не позволяют ликвидировать и

существенно снизить затраты ручного труда. Очищать протяжённые выработки, как показывает практика, можно только нестационарными устройствами, перемещаемыми по ним в процессе работы и требующими постоянного присутствия обслуживающего персонала. Кроме того, из выработок, расположенных ниже отметок околоствольного двора, невозможно полностью удалить воду. Поэтому технологическое оборудование при такой очистке работает ненадёжно. Гидромеханизация очистки снижает трудоёмкость, но не удовлетворяет предъявляемым требованиям к снижению затрат ручного труда.

В связи с рядом технологических причин, подземные зумпфы эксплуатируются в частично или полностью заиленном состоянии. Это приводит к быстрому износу насосов, не рассчитанных на работу на гидросмеси, и выбросам в окружающую среду загрязнённых подземных вод, так как применяемые в настоящее время поверхностные очистные сооружения рассчитаны на приём воды, частично осветлённой в подземных зумпфах.

Наиболее рационально объединить все гидротранспортные установки в единый технологический комплекс, включив в него установки для очистки водосборников и зумпфов скиповых стволов. При этом, основным узлом такого комплекса является главная гидротранспортная установка, оборудованная секционными центробежными насосами. Остальные установки и средства для очистки зумпфов и водосборников от твёрдых частиц рационально оборудовать стационарными гидротранспортными установками, требующими минимального обслуживания и обладающими высокой надёжностью и долговечностью при работе на гидросмеси во влажной и запылённой атмосфере.

С целью удовлетворения приведенных выше требований для участков гидротранспортных установок используется следующая технологическая схема (рис. 3) [2, 6].

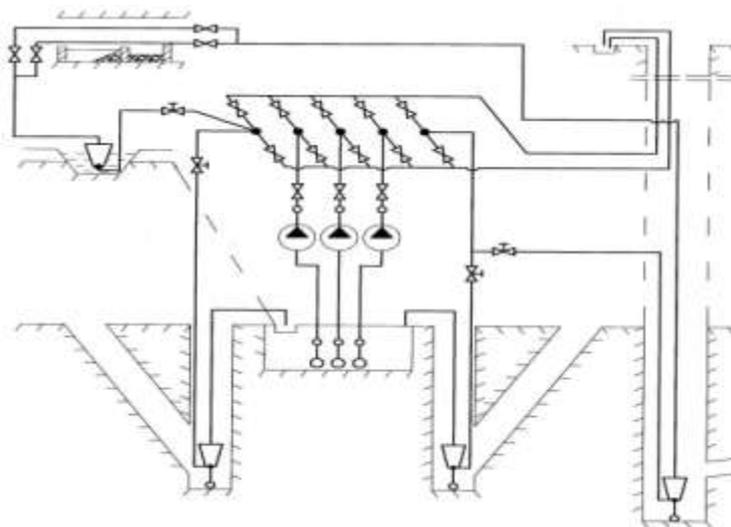


Рис.3 - Схема гидротехнического комплекса рабочего горизонта шахты

В этой схеме шахтная вода с высокой концентрацией твёрдого материала поступает в предварительный отстойник непрерывного действия. Твёрдые частицы крупностью более 0,1 мм осаждаются в отстойнике, а осветлённая вода поступает в приёмный колодец, откуда насосами откачивается на поверхность.

Твёрдый материал, осевший в предварительном отстойнике, гидроэлеватором откачивается в шламонакопитель. Представленная схема имеет ряд следующих преимуществ: в 2-4 раза снижается содержание твёрдого материала в воде, поступающей в водосборник, причем основную массу его составляют неопасные для центробежного насоса частицы крупностью менее 0,1 мм; исключается применение ручного неквалифицированного труда для очистки зумпфов от шлама, так как погрузка осевшего в предварительном отстойнике материала механизирована. При этом для повышения эффективности работы гидротехнических систем шахты следует согласовывать работу участков гидротранспортных установок с учетом того, что при разработке угольных, рудных и сланцевых месторождений вблизи геологических нарушений наблюдаются изменения физико-механических свойств горных пород.

Анализ горных работ в условиях шахты «Ольховая Западная» с гидравлическими нагрузками на оборудование гидротехнического комплекса показал, что максимальный приток воды при отработке пласта  $h_8$  на горизонте 125 м прогнозируется 125 м<sup>3</sup>/ч. При этом в околоствольном дворе горизонт 125 м оборудуется насосная камера с тремя насосами ЦНС180-212 и водосборником с двумя самостоятельными выработками. Чистка водосборников механизирована, шлам разрыхляется и шнековым насосом 6Ш8 откачивается в вагонетки. Схема откачки воды одноступенчатая. Шахтная вода откачивается по двум водоотливным ставам диаметром 150 мм, прокладываемым по людскому наклонному стволу. Из зумпфовой части главного наклонного ствола вода откачивается в водосборники двумя насосами типа 1В20-10. Ожидаемый приток воды в зумпфе 5 м<sup>3</sup>/ч.

На основе результатов проведенного анализа выполнено обоснование целесообразности отработки участков угольных пластов  $h_8$  и  $h_{11}$  на площади Западного блока «Ольховый Нижний», для которых обоснованы системы вскрытия и подготовки шахтного поля, а также параметры подземных гидротехнических систем. При этом, с учетом прогнозируемого максимального притока воды при отработке пласта  $h_8$  установлено, что для обеспечения безопасного ведения горных работ требуется размещение в околоствольном дворе насосной камеры и водосборника с двумя самостоятельными выработками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайденварг В.Е. Гидрогеологические аспекты ликвидации шахт / В.Е. Зайденварг, А.М. Новитный, В.Ф. Твердохлебов // Уголь. – 1999. – № 5. – С. 28–30.
2. Теорія та практика шахтних ерліфтних водовідливних установок: Монографія / В.І. Самуся, В.Б. Малєєв, М.Й. Скоринін, А.В. Малєєв. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – 243 с.
3. Проблемы разработки россыпных месторождений / И.Л. Гуменик, А.М. Сокил, Е.В. Семенов, В.Д. Шурыгин. – Днепропетровск: Січ, 2001. – 224 с.
4. Совершенствование режимов работы гидротранспортных установок технологий углеобогащения / Е.Л. Звягильский, Б.А. Блосс, Е.И. Назимко, Е.В. Семенов. – Севастополь: Вебер, 2002. – 247 с.
5. Теория и прикладные аспекты гидротранспортирования твердых материалов / И.А. Асауленко, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик [и др.] – К.: Наук. думка, 1981. – 363 с.
6. Садовенко И.А. Оценка гидромеханической устойчивости межшахтных целиков / И.А. Садовенко, О.А. Улицкий, Ю.И. Демченко // Сб. науч. тр. НГУ. – 2003. – Т.1, №17. – С. 39–61.