

В.А. Романов, С.А. Нижников**БЕЗОПАСНАЯ И ЭКОНОМИЧНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК ЛИКВИДИРУЕМЫХ ШАХТ**

Рассмотрены совершенствование эксплуатации водоотливных установок шахт, подлежащих к ликвидации; вопрос использования стволов, состояние крепи которых соответствует горногеологическим и геомеханическим условиям, обеспечивающим долговременную устойчивость, оборудованных электронасосными агрегатами. Приведены основные рекомендации к порядку выбора насосов, их резерву, обеспечению оптимального качества эксплуатации водоотливных установок, характеризующегося минимумом затрат при достаточном уровне надежности. Рекомендации разработаны на основе опыта эксплуатации водоотливных установок, оборудованных электронасосными агрегатами, преимущественно типа ЭЦВ, с учетом действующих в настоящее время законов, ГОСТов, СНиПов и других нормативно-технических документов. При размещении насосных агрегатов в стволе особое внимание необходимо уделить его расположению, соответствующего уровням: допустимого заглубления, допустимого погружения, критическому, что позволит обеспечить длительную работоспособность. Приведены интерполяционные двучлены напорных характеристик насосов, позволяющих произвести аналитический расчет их рабочих параметров и подобрать необходимый типоразмер насоса по напору и производительности; рекомендации по методам удаления армировки ствола, а также расчету прочности элементов полка и его конструкции. Рекомендации, касающиеся предмонтажных и монтажных работ, содержат требования к подготовке к заливке двигателя водой в летнее и зимнее время, грузоподъемных средствах.

Ключевые слова: безопасность, экономичность, водоотливная установка, погружной электроагрегат, ликвидируемая шахта, ствол, уровни воды.

При прекращении выдачи воды из ликвидируемой шахты нарушается экологическая безопасность прилегающей к ней местности. Происходит заболачивание сельхозугодий, разрушение зданий и сооружений, нарушается целостность автомобильных дорог и железнодорожных путей. Поэтому после ликвидации шахты выдача воды продолжается. Это происходит в более облегченных условиях эксплуатации, так как вода не загрязняется механическими примесями. Однако использование водоотливной установки, действовавшей во время эксплуатации шахты, сопряжено с крупными расходами, так как для обслуживания водоотлива, шахта должна поддерживать в работоспо-

собном состоянии подъемную установку, а для обеспечения вентиляции насосной камеры, водосборника и ствола – вентиляторную установку.

Наиболее целесообразным и экономически выгодным способом выдачи воды из ликвидируемых шахт, является использование стволов или скважин и погружных насосных агрегатов. Для этих целей используются стволы, состояние крепи которых соответствует горногеологическим и геомеханическим условиям, обеспечивающим долговременную устойчивость.

Приведем основные рекомендации к порядку эксплуатации водоотливных установок, а также основным ее частям, параметрам и выбору типов насоса, их резерву, обеспечению

оптимального качества, характеризующиеся минимумом затрат при достаточном уровне надежности. Рекомендации основаны на базе опыта эксплуатации водоотливных установок, оборудованных погружными электронасосными агрегатами, преимущественно типа ЭЦВ [1] с учетом действующих в настоящее время законов, СНиПов и других нормативно-технических документов.

Выбор числа и рабочих параметров погружных насосных агрегатов производится на основании следующих исходных данных:

- величины максимального притока;
- диаметра и длины напорного трубопровода;
- времени, необходимого для замены насоса;
- уровня воды в стволе;
- геометрической высоты нагнетания.

Объем воды, накопившейся между верхним и нижним уровнями (см. рисунок) должен выдаваться не более чем за 20 часов – если уровень подземных вод, при отключении всех насосных агрегатов достигает критического значения менее чем за 72 часа и за 22 часа – если упомянутый уровень достигает критического значения, за период, превышающий 72 часа. Эксплуатация насосов в указанных на рисунке пределах уровней воды гарантирует безотказную их работу при исправном техническом состоянии.

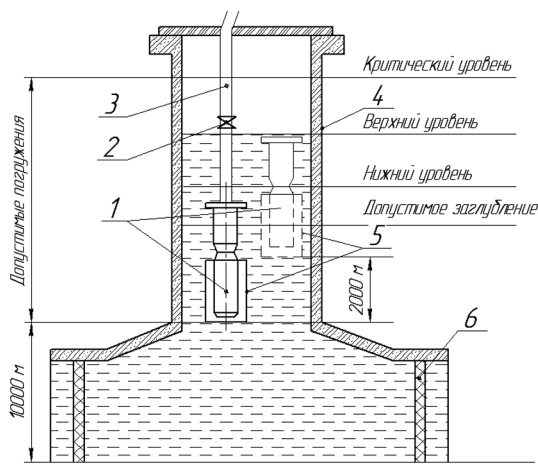
Количество рабочих и резервных погружных насосов в водоотливной установке отличается от норм, рекомендуемых правилами безопасности для шахт [2], что вызвано конструктивными особенностями погружных насосных устано-

вок, а также условиями эксплуатации и особенностями монтажно-демонтажных работ.

Если время, необходимое для замены, превышает время поднятия воды до критического уровня (см. рисунок), то резервные насосные агрегаты устанавливаются в стволе (скважине), в противном случае они хранятся на складе.

Уровни, указанные на рисунке обозначают:

- критический – уровень при котором возможны нарушения герметичности электродвигателя агрегата, прорыв воды в выработки работающих шахт или выход рабочих параметров насосов за границу рабочей части характеристики;
- верхний – уровень при котором включается электронасосный агрегат;
- нижний – уровень при котором он выключается;
- допустимое заглубление – минимальное расстояние между нижним уровнем воды в стволе и верхней точкой приемного канала насоса, обеспечивающее его номинальный режим;
- допустимое погружение – максимальное расстояние между верх-



Расположение насосов в стволе: 1 – насосный агрегат; 2 – гаситель гидроудара; 3 – трубопровод; 4 – ствол; 5 – кожух охлаждающий; 6 – сетка

Таблица 1

**Количество погружных насосных агрегатов
в водоотливных установках ликвидируемых шахт**

Количество агрегатов, шт.			Количество агрегатов, шт.		
Рабочих	Резервных	Всего	Рабочих	Резервных	Всего
1	1	2	4	2	6
2	1	3	5	3	8
3	2	5	6	3	9

Таблица 2

Интерполяционные двучлены напорных характеристик электронасосных агрегатов

Тип насоса	$H = H_{\phi} + B \cdot Q^2$		Диапазон рабочей зоны характеристики, м³/ч
	H_{ϕ}	$B \cdot 10^{-4}$	
1 ЭЦВ 14-210-300X	432,2	32,1	150–260
1 ЭЦВ 16-375-175X	253,1	5,79	300–440
ЭЦВ 16-375-350X	432,1	5,79	300–440
УРА 300-94/10	523,0	11,8	150–480

ним уровнем воды в стволе и нижней точкой электродвигателя погружного насоса, обеспечивающее его работоспособность.

Общее количество рабочих и резервных насосных агрегатов должно приниматься в соответствии с табл. 1.

Резервные агрегаты при необходимости могут эксплуатироваться совместно с рабочими. Период останки агрегатов в затопленном положении, принимается в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя.

Несколько насосов устанавливаются в стволе так, чтобы расстояние от стенки охлаждающего кожуха до крепи ствола или обсадной трубы скважины в горизонтальном направлении, составляло не менее 0,3 м. В вертикальном направлении расстояние между нижним торцом кожуха и подошвой ствола должно быть не менее 10 м, а между нижними точками насосов – не менее 2 м. При расстоянии между насосами более одного метра, допускается расположение их на одном уровне.

Водоотливная установка должна быть оборудована расходомером и

манометром. Выбор диаметров напорных и коллекторных трубопроводов производится в соответствии с Методикой [3]. Уравнения напорных характеристик, выраженные интерполяционным двучленом, достаточно точно описывающим ее в пределах рабочей зоны, для некоторых насосов, пригодных для выдачи воды из стволов ликвидируемых шахт, а также значения коэффициентов, приведены в табл. 2.

Число коллекторных трубопроводов, по которым транспортируется вода под напором, должно быть не менее двух. При этом вода должна сбрасываться в гидросферу в соответствии с требованиями [4, 5]. При периоде времени поднятия воды в стволе до критического уровня, превышающего одни сутки, принимается один трубопровод. При безнапорном движении жидкости можно использовать один коллекторный трубопровод.

Трубы напорного и коллекторного трубопроводов закрепляются между собой с помощью одного из следующих соединений: фланцевых, муфтовых или быстроразъемных. Каждый

коллекторный трубопровод должен быть рассчитан на работу общего числа насосных агрегатов.

Трубопроводы, с геометрической высотой нагнетания 400 м и более, должны оборудоваться гасителями гидроударов, расположенными выше обратного клапана. Допускается выполнять защиту от гидравлических ударов путем установки дополнительного обратного клапана в середине вертикальной части напорного трубопровода.

Материал для изготовления погружных насосов, трубопроводов и арматуры должен выбираться в зависимости от агрессивности и содержания взвешенных веществ в воде и исключать возможность возникновения фрикционного искрения при соударении.

Наличие армировки в стволе выше места расположения насосных агрегатов определяет проектная организация после обследований ствола и получения данных о притоках воды в стволе. Удаление армировки должно производиться способом, исключаящим нарушение целостности крепи ствола в месте заделки расстрелов. Армировка ствола ниже расположения насосов может не удаляться.

Полок перекрытия устья ствола выполняется из балок. Опорные балки под стулья и колена рассчитываются исходя из трехкратного запаса прочности относительно временного сопротивления. Полок опирается и закрепляется за крепь ствола или на специальный фундамент в случае недостаточной несущей способности и долговечности крепи ствола. Полок должен выполняться с уклоном, обеспечивающим отвод попадающей на него воды.

Водозаборная скважина должна быть закреплена обсадными трубами перфорированными в нижней части (расположенной в области горной вы-

работки). Диаметр отверстий должен составлять 16–20 мм, а суммарная их площадь должна превышать площадь входного канала погружного насоса не менее чем в 5 раз.

Для устранения смещения насосного агрегата в обсадном трубопроводе нижняя часть трубопровода оборудуется центрирующим устройством (косыми отклоняющими направляющими). Зазор между ним и корпусом двигателя должен быть более 20 мм. Предмонтажные и монтажные работы выполняются в соответствии с рекомендациями инструкций по эксплуатации. При этом особое внимание уделяют следующим операциям:

- электродвигатель перед монтажом должен быть залит водой, требуемого качества, а при размещении в стволе – оборудован охлаждающим кожухом;

- при минусовых температурах хранение электронасосных агрегатов с залитой водой внутренней полостью электродвигателя допускается при наличии в заливаемой воде антифризной присадки;

- перед размещением агрегата в стволе (скважине) при температуре окружающего воздуха не менее 10 °С воду с антифризной присадкой заменяют на воду без присадки.

- грузоподъемное средство выбирается исходя из массы агрегата с кабелем, колонны труб, опорного колена, напорного трубопровода, заполненного водой;

- для насосных агрегатов, не содержащих обратный клапан, грузоподъемное средство выбирается без учета веса воды в напорном трубопроводе;

- монтаж насосных агрегатов, вес которых вместе с оборудованием превышает допустимый, для имеющихся передвижных грузоподъемных средств, выполняется по специальному проекту;

- насос должен располагаться ниже динамического уровня воды в ство-

ле (скважине) на величину, предусмотренную инструкцией завода-изготовителя. Днище электродвигателя должно быть выше перфорированного участка обсадной трубы не менее чем на 1 м;

- предельный уровень заглубления насосных агрегатов принимается в соответствии с требованиями заводизготовителей;

- токоведущий кабель закрепляется за напорный трубопровод специальными устройствами. Прилагать механическую нагрузку к токоведущему кабелю не допускается.

После окончания монтажных работ производятся испытания кабеля и напорного трубопровода в соответствии с требованиями [2].

При эксплуатации погружных насосов должны выполняться требования инструкций по эксплуатации к следующим техническим показателям.

- значениям максимальной частоты включений и периодам времени, между ними;
- времени работы агрегатов на закрытую задвижку;
- уровням погружения и заглубления;
- значениям подач при длительной работе.

При снижении напора более чем на 10% или же неисправностях механических и электрических узлов, на-

сосный агрегат должен быть демонтирован с целью установления и устранения повреждений.

Работы по плановому или аварийному демонтажу насосного агрегата должны проводиться при отключении электроснабжения на всех, имеющихся в стволе (скважине) агрегатах.

Водоотливная установка должна быть автоматизирована и работать на постоянно открытую задвижку. Датчики уровня должны устанавливаться в зависимости от притока, типа и производительности насосов, количества рабочих и резервных агрегатов и закрепляться за трубопровод или насосный агрегат.

Аппаратура автоматики должна обеспечить:

- пуск и остановку насосных агрегатов в зависимости от уровней воды в стволе и расположения датчика сухого хода;
- контроль за режимом работы;
- остановку неисправного насосного агрегата;
- электрическую защиту в соответствии с ПУЭ;
- переключение с автоматического режима на ручное управление.

Выполнение приведенных рекомендаций позволит обеспечить безопасную, экономичную и долговременную работу водоотливной установки ликвидируемой шахты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки. – М.: Изд. МГТУ, 2004. – С. 227–232.

2. Безопасность разработки рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. Вып. 33. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследования промышленной безопасности», 2011. – С. 133–136.

3. Методика выбора надежных и экономичных режимов работы многоагрегатных водоотливных установок водообильных и

глубоких закрываемых шахт. – Донецк: Н ИИГМ им. М.М. Федорова, 2001. – 39 с.

4. ОСТ 11091.630.10-84. Охрана природы. Правила технической эксплуатации промышленного трубопровода и канализации.

5. Методические указания по установлению предельно допустимых сбросов веществ, поступающих с водами // Рыбоохр-на: Сборник документов / Под ред. В.М. Каменцева. – М.: Юридическая литература, 1988. **ПИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Романов Виктор Александрович – доцент, старший научный сотрудник,
Нижников Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент,
Губкинский институт (филиал) Московского государственного
машиностроительного университета (ММИ)», 309186, Губкин,
e-mail: mgougen@yandex.ru.

UDC 622.53.001

SAFE AND ECONOMICAL VENTILATION DRAINAGE INSTALLATIONS OF LIQUIDATED MINES

Romanov V.A.¹, Assistant Professor, Senior Researcher,
Nizhnikov S.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
¹ Gubkin Institute (branch) of Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI),
309186, Gubkin, Russia, e-mail: mgougen@yandex.ru.

Article is devoted to improving the operation of pumping-governmental installations mines subject to liquidation. The question of the use of barrels, which corresponds to the state of the lining of mining and geological and geomechanical conditions that ensure long-term sustainability, equipped with electric pumps. The basic recommendation to order the choice of pumps, their reserves, ensuring optimum operation of drainage installations, characterized by the minimum cost with sufficient reliability. Recommendations are based on operating experience dewatering units equipped with electric pumps, preferably of the ECV, taking into account the currently valid laws, guests, building codes and other regulatory and technical documents. When placing the pumps in the trunk of a special attention should be given to its location, the corresponding levels: the allowable penetration, allowable dive, critical, which will provide long-term performance. Given interpolation binomials pressure characteristics of pumps that allow them to make an analytical calculation of the operating parameters and select the desired size of the pump on the pressure and performance. Also provides recommendations on how to remove the reinforcement of the trunk, as well as the calculation of the strength of the elements of the regiment and its design. Recommendations concerning the preinstallation and installation works, contain requirements for training to fill the engine with water in summer and winter, lifting means.

Key words: safety, economy, drainage installations, submersible electric plant, liquidated mine, trunk, water levels.

REFERENCES

1. Grishko A.P., Sheloganov V.I. *Statsionarnye mashiny i ustanovki* (Stationary machines and plants), Moscow, Izd. MGGU, 2004, pp. 227–232.
2. *Bezopasnost' razrabotki rudnykh, nerudnykh i rossypnykh mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh podzemnym sposobom*. Vyp. 33 (Safety of ore, nonmetallic and placer mineral deposits underground mining, issue 33), Moscow, ZAO «Nauchno-tehnicheskii tsentr issledovaniya promyshlennoi bezopasnosti», 2011, pp. 133–136.
3. *Metodika vybora nadezhnykh i ekonomichnykh rezhimov raboty mnogoagregatnykh vodootlivnykh ustanovok vodoobil'nykh i glubokikh zakryvaemykh shakht* (Methods of selecting reliable and economical operation multiaggregate drainage installations watery deep and closing mines), Donetsk: NIIGM im. M.M. Fedorova, 2001, 39 p.
4. *Okhrana prirody. Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii promyshlennogo truboprovoda i kanalizatsii. OST 11091.630.10-84* (The Nature Conservancy. The technical operation of industrial piping and sanitation. Industry standards 11091.630.10-84).
5. *Metodicheskie ukazaniya po ustanovleniyu predel'no dopustimyykh sbrosov veshchestv, postupayushchikh s vodami. Rybookhrana: Sbornik dokumentov*. Pod red. V.M. Kamentseva (Methodological guidelines for the establishment of maximum permissible discharges of substances entering the waters. Fisheries: Collection of Documents, Kamentsev V.M. (Ed.)), Moscow, Yuridicheskaya literatura, 1988.

