

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДООТЛИВНО-ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА ЗУМПФА СКИПОВОГО СТВОЛА ШАХТЫ

Малеев В.Б., проф., докт. техн. наук,
Малыгин С.С., доц., канд. техн. наук, Холоша А.С. асс.
Донецкий национальный технический университет

В работе предложена новая схема водоотливно-очистного комплекса зумпфа скипового ствола, позволяющая повысить его надежность и снизить затраты энергии на откачку воды. Для питания гидроэлеватора предлагается использовать нагнетательный трубопровод главной водоотливной установки при неработающих насосах

The new circuit of a pump-clearing complex zumpf of a trunk allowing to increase its reliability and to lower of an expense energy on winding of water is offered. For a meal of jet pumpst is offered to use the pipeline main pump of installation at not working pumps

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами
Зумпфовые водоотливные установки являются одним из наиболее ответственных звеньев в водоотливном хозяйстве шахты. Несвоевременное удаление водопритока либо выход из строя насоса водоотлива, а также зашламление зумпфа может привести к остановке на неопределенный срок скипового подъема, а, следовательно, и всей шахты. Наряду с этим ремонтные работы в зумпфе, так же как и работы по удалению шлама связаны с применением тяжелого неквалифицированного ручного труда в довольно стесненном пространстве, в обводненной среде за ограниченное время при наличии постоянного притока и просыпания твердого в зумпф.

Анализ исследований и публикаций В работах [1-3] авторами проведены исследования по совершенствованию зумпфового водоотливно-очистного комплекса с использованием гидроэлеваторов, запитанных от нагнетательного става главной водоотливной установки. Однако, в них не рассмотрены режимы работы струйных аппаратов при неработающих насосах главного водоотлива, что снижало надежность зумпфового комплекса.

Постановка задачи Разработать схему водоотливно-очистного комплекса, позволяющую избежать применения ручного неквалифицированного труда и повысить надежность зумпфового водоотлива.

Изложение материала. Подавляющее большинство угольных шахт имеет вертикальные скиповые стволы, служащие для выдачи угля и породы с рабочих горизонтов на поверхность. Загрузка скипов осуществляется из бункеров, располагающихся ниже уровня околоствольного двора. Поэтому все скиповые стволы имеют заглубленные зумпфы. Эта глубина зависит от многих факторов и находится в пределах от 20 до 100 м. В связи с наличием притока воды по стволам в их нижней части оборудуются зумпфовые водоотливные установки, откачивающие поступающую воду на отметку околоствольного двора в водосборник главной водоотливной установки шахты.

Наряду с водой в зумпфы скиповых стволов поступают частицы угля и породы, просыпаемые при загрузке и разгрузке скипов. Для обеспечения нормальной эксплуатации ствольных подъемов воду и просыпаемое твердое нужно периодически удалять. Для улавливания твердого ниже загрузочных устройств скипов сооружаются улавливающие бункеры, в которых оно накапливается и периодически выгружается в вагонетки или специальные емкости, поднимаемые по наклонному ходу на отметку околоствольного двора. В улавливающем бункере накапливаются твердые частицы размером более 5 мм. Частицы размером менее 5 мм, содержание которых составляет до 20 %, притоком воды по стволу смываются в нижнюю часть зумпфа, которая служит водосборником для насосов зумпфового водоотлива и быстро заиливает его.

Для обеспечения надежной работы зумпфовых насосов водосборники, имеющие емкость не более 200 м³, нужно часто чистить. Этот процесс осуществляется, как правило, вручную с большими затратами тяжелого неквалифицированного труда. Поэтому очистка проводится нерегулярно, что ведет к выходу из строя насосов зумпфового водоотлива и зашламлению зумпфа скипового ствола, и как следствие к остановке шахты.

Для ликвидации затрат тяжелого ручного труда и повышению надежности зумпфовые водоотливные установки оборудуются гидроэлеваторами очистки, которые питаются напорной водой из нагнетательного става насосов главного водоотлива шахты. Они легко автоматизируются и могут надежно работать в затопленном состоянии. Недостатком гидроэлеваторов является их низкий КПД, что приводит к перерасходу энергии. Однако, в системе зумпфового водоотлива время работы гидроэлеваторов можно свести к минимуму (5...10

мин), что существенно не скажется на энергетических параметрах всей установки в целом.

Для ликвидации значительного перерасхода электроэнергии и снижения затрат на реконструкцию рекомендуется следующая схема водоотливно-очистного комплекса. Насосная установка остается без изменения. В нижней части зумпфа, рядом с всасывающим устройством насоса монтируются два гидроэлеватора (рабочий и резервный), питающиеся напорной водой от нагнетательного трубопровода насосов главного водоотлива при остановленных насосах. В этом случае в напорном трубопроводе остается столб воды, который и используется для питания гидроэлеватора.

Работа водоотливно-очистного комплекса осуществляется в следующем порядке. При достижении верхнего уровня воды в зумпфовом водосборнике открывается моторная задвижка, подающая напорную воду в гидроэлеватор, который в течение расчетного времени откачивает в виде пульпы скопившийся шлам в шламонакопитель, сооруженный на уровне околоствольного двора. При истечении отведенного времени (5...10 мин) задвижка закрывается, гидроэлеватор выключается и включается насос зумпфового водоотлива, откачивающий воду из водосборника. При достижении нижнего уровня насос выключается и процесс снова повторится при достижении верхнего уровня воды в зумпфовом водосборнике.

Необходимая подача гидроэлеватора определяется двумя факторами:

- обеспечение во всасывающем трубопроводе гидроэлеватора критическую скорость;
- полное удалить из зумпфа скопившегося твердого.

Подача гидроэлеватора из условия обеспечения критической скорости определяется по формуле [1]:

$$Q_{2_{\min}} = 1.25 \cdot 10^{-3} d^{2.5} \sqrt{\frac{\rho_m - \rho}{\rho}} \quad (1)$$

где d – максимальный диаметр твердых частиц, оседаемых в нижней части зумпфа;

ρ_m, ρ – соответственно плотность твердого и воды.

Подача струйного насоса, необходимая для полного удаления твердого из зумпфа:

$$Q_{2\min} = \frac{M}{\rho_m S' n t_{\text{раб}}} \quad (2)$$

где M – суточная масса твердых частиц, просыпавшихся в затопляемую часть зумпфа;

S' – консистенция твердой фракции в пульпе;

n – число пусков гидроэлеватора в работу в течение суток;

$t_{\text{раб}}$ – продолжительность работы гидроэлеватора за цикл (пуск).

Из двух полученных значений в качестве необходимой подачи гидроэлеватора Q_2 принимается наибольшее.

Напор струйного насоса определяется глубиной зумпфа H_3 и потерями в нагнетательном трубопроводе гидроэлеватора $H_{\text{ном}}$.

$$H_{\text{зэ}} = H_3 + H_{\text{ном}} \quad (3)$$

Напор рабочей воды определяется геометрическим напором главной водоотливной установки H_2 и глубиной зумпфа H_3 . При этом считаем, что потери в трубопроводе напорной воды малы из-за малой скорости ее и ими можно пренебречь.

$$H_1 = H_3 + H_2 \quad (4)$$

Тогда, коэффициент напора гидроэлеватора:

$$k = \frac{H_{\text{зэ}}}{H_1} \quad (5)$$

Полученное значение коэффициента напора не должно превышать 0,25, в противном случае энергии напорной воды будет недостаточно для получения необходимого напора гидроэлеватора. Таким образом, при глубине зумпфа 20 м геометрический напор водоотливной установки должен быть не менее 75 м, при глубине зумпфа 100 м – не менее 380 м.

По полученному значению k по типовой характеристике [1] определяется коэффициент подмешивания гидроэлеватора β . Тогда расход напорной воды:

$$Q_1 = \frac{Q_2}{\beta} \quad (6)$$

При питании гидроэлеватора от напорного става неработающих насосов главного водоотлива возникает ряд вопросов, решить который необходимо на стадии проектирования. При неработающих насосах гидроэлеватор будет питаться напорной водой с переменным

напором, что скажется на его рабочих характеристиках в конце периода откачки. Влияние изменения напора рабочей воды на параметры гидроэлеватора рассмотрены в работе [4]. В этой же работе установлено, что конечное значение уровня воды в напорном трубопроводе H'_1 должно удовлетворять условию

$$H'_1 \geq 0,714H_z, \quad (7)$$

В противном случае напор рабочей воды будет недостаточен для обеспечения нормальной работы гидроэлеватора по очистке. Кроме того, пуск насосов главного водоотлива на полупустой нагнетательный трубопровод, при неисправной задвижке на последнем, может привести к колебательным процессам, способствующим износу и поломке колец разгрузочного устройства.

Объем жидкости, отобраный гидроэлеватором из нагнетательного трубопровода

$$V = \frac{Q_1 + Q'_1}{2} t_p \quad (8)$$

где Q_1, Q'_1 - соответственно расход рабочей воды в начале и в конце работы гидроэлеватора [4].

При этом изменяется и подача гидроэлеватора, которая для удаления твердого должна быть не менее Q_{2min} , определенная по ранее приведенным формулам.

Объем жидкости в нагнетательном трубопроводе, который можно использовать для питания гидроэлеватора:

$$V_{дон} = \frac{\pi d_{наг}^2}{4} (H_z - H'_1). \quad (9)$$

С учетом (7) формула примет вид:

$$V_{дон} = 0,23H_z d_{наг}^2. \quad (10)$$

При выполнении условия

$$V \leq V_{дон}, \quad (11)$$

объем воды в нагнетательном трубопроводе достаточен для питания гидроэлеватора. В противном случае необходимо проведение следующих мероприятий по увеличению допустимого объема $V_{дон}$:

1. При откачке воды из зумпфа непосредственно в поверхностный отстойник или водосборник промежуточного горизонта выход-

ное сечение трубопровода следует поместить под уровень воды в них. В этом случае при неработающих насосах гидроэлеватор будет обеспечиваться напорной водой сифоном с постоянным напором, который равняется H_c .

2. При невозможности организовать сифонный слив (недостаточная емкость отстойника или его отсутствие) увеличиваем диаметр верхней части нагнетательного трубопровода до необходимого значения, обеспечивающего требуемый объем жидкости в нем. Необходимое значение диаметра определяется по формуле:

$$d_{наг} = \sqrt{\frac{V_{дон}}{0,23H_c}} \quad (12)$$

Полученное значение диаметра округляется до ближайшего большего по ГОСТу. Так как давление в верхней части нагнетательного трубопровода небольшие, то и в первом, и втором случаях можно принимать трубы с минимальной толщиной стенки.

Выводы и направления дальнейших исследований.

1. Использование напорной воды из нагнетательного трубопровода главной водоотливной установки при неработающих насосах повышает надежность водоотливно-очистного комплекса зумпфа и значительно снижает долю ручного неквалифицированного труда при эксплуатации зумпфового водоотлива.
2. В случае выхода зумпфового насоса из строя питание напорной водой гидроэлеватора с помощью сифонного трубопровода обеспечивает незатопленное состояние зумпфа скипового ствола за счет надежной работы струйного насоса.

В дальнейших исследованиях необходимо рассмотреть возможность использования многосопловых гидроэлеваторов и гидроэлеваторов с нетрадиционной сечением камеры смешения для очистки зумпфа скипового ствола.

Список источников

1. Быков А.И., Малыгин С.С. Механизация очистки зумпфов скиповых стволов угольных шахт – Уголь Украины, 1968, №9.
2. Кривцов А.Т., Ивлев В.С. Совершенствование схем очистки зумпфов скиповых стволов угольных шахт. Экспресс-информация, М., 1978.
3. Матлак Е.С., Прокопенко Б.В., Колчин А.М., Шестов В.В. Способ чистки сооружений в подземных условиях. Разработка месторождений полезных ископаемых. Респ.межвед.науч.техн.сб. – 1985. – Вып 71.
4. Малеев В.Б., Холоша А.С. Питание гидроэлеватора напорной водой из нагнетательного стоа водоотливной установки. – Вісник криворізького технічного університету. Збірник наукових праць – 2005 – Вип. 8.