

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДООТЛИВА НА КАРЬЕРАХ С ВЫСОКОЙ ОБВОДНЕННОСТЬЮ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Халявкин Ф.Г.

Белорусский национальный технический университет

В статье изложена методика определения притока воды в карьер. Предложен способ, доказана целесообразность и эффективность последовательного включения насосов при откачке воды из карьера.

Анализ существующих способов защиты карьеров от притока поверхностных и грунтовых вод показал, что единственно оправданным решением является применение принудительного водоотлива, как наиболее надежного и эффективного способа, особенно на месторождениях с высокой водообильностью [1]. Первостепенное значение при применении водоотлива имеет определение притока воды в карьер, так как с учетом этой величины рассчитывают подачу и напор насоса, мощность электропривода. На основании этих показателей выбирают марку насоса и двигателя.

Для определения водопритоков в карьер выполняют гидрогеологическую схематизацию, которая позволяет обосновать расчетную фильтрационную схему и выбрать соответствующие аналитические зависимости [2]. В аналитических расчетах чаще всего используют осредненные параметры водоносных горизонтов, определяют положение и конфигурацию границ пласта в плане.

При установившейся фильтрации для определения общего притока воды в карьер чаще всего пользуются методом «большого колодца»

$$Q_n = \frac{2\pi k_\phi H S_0}{\ell n R_0 - \ell n r_0},$$

где Q_n – приток воды в карьер, м³/сут.;

k_ϕ – коэффициент фильтрации горной породы, м/сут.;

ℓn – натуральный логарифм;

H – напор воды, м;

S_0 – разность уровней воды на границе водоносного пласта и на дне карьера, м;

R_0 – радиус воронки осушения, считая от центра карьера, м;

r_0 – приведенный радиус карьера, м

$$r_0 = \eta \frac{L + B}{4},$$

где η – коэффициент, зависящий от отношения B / L ;

B, L – ширина и карьера, м.

При расположении месторождения вблизи открытого водоисточника приток воды в карьер можно определить по формуле

$$Q = \frac{1,36k_\phi H^2}{\ell g 2\ell - \ell g r_0},$$

где ℓ – расстояние от центра карьера до водоисточника, м.

Часто карьер имеет вытянутую форму с соотношением сторон больше, чем 20:1. Тогда приток воды в него следует определять по формуле

$$Q = \frac{k_\phi L(2H - S_0)S_0}{R} + \frac{1,37k_\phi(2H - S_0)S_0}{\ell g R - \ell g \frac{B}{2}},$$

где R – радиус влияния понижения, м.

Все выше приведенные методы определения притока воды в карьер требуют знания величины фильтрационной способности водоносного горизонта, т.е. коэффициента фильтрации. Определение этой величины является достаточно трудной задачей, так как мощность водоносного горизонта может быть большой и вода в карьер может поступать не только через откосы, но и через дно. Определить коэффициент фильтрации можно с учетом среднего объема откачки воды из существующего или вблизи расположенного карьера, решая обратную задачу по формуле

$$k_\phi = \frac{Q(\ell g \ell - \ell g r_0)}{1,36H^2},$$

r_0 – приведенный радиус карьера, равный

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}},$$

где F – площадь карьера, м^2 .

Откачку поступающей в карьер воды осуществляют насосной станцией, основными узлами которой являются насос центробежного типа, привод насоса и система автоматизации процесса откачки. Эффективность работы насосной станции во многом зависит от правильно подобранных насосов и их соединения. Зависимости напора, мощности и коэффициента полезного действия насоса от его подачи при постоянной частоте вращения рабочего колеса называют характеристиками насоса.

На насосных станциях в карьерах чаще всего устанавливают однотипные насосы, количество которых определяют расчетом. При этом насосы соединяют параллельно и вода из них поступает в один трубопровод (рис/ 1).

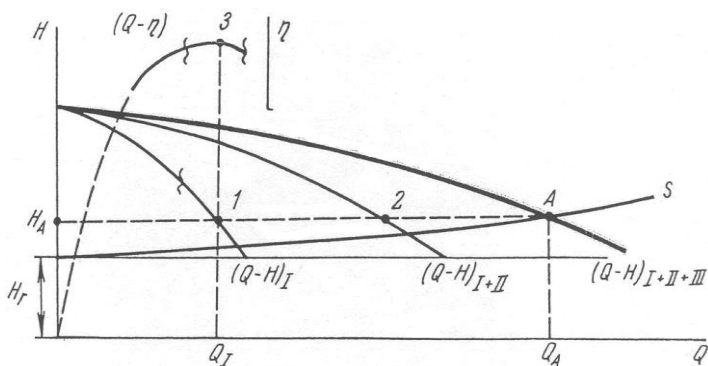


Рис. 1 – Характеристика параллельной работы трех одинаковых насосов при подаче в один водовод

По характеристикам производится подбор насосов для подачи расчетного расхода воды при заданном напоре. Для определения рабочей режимной точки характеристики предварительно выбранного насоса в том же масштабе наносят полное сопротивление трубопровода S , величину которого определяют по формуле

$$S = \frac{H - H_{\Gamma}}{Q^2},$$

где H_{Γ} – геометрическая высота подъема воды, м;

Q – расход подаваемой воды, м³/с.

Точка пересечения кривой S с напорной характеристикой $Q-H$ насоса называется режимной (точка A). Считается, что насос подобран правильно, если точка A соответствует максимальному значению коэффициента полезного действия насоса (КПД).

Подбор группы насосов, соединенных параллельно и подающих воду в один трубопровод, производится путем построения суммарной характеристики (рисунок 1). Так же, как и при подборе одного насоса определяется режимная точка A , которая должна соответствовать зоне максимального КПД насосов.

Анализ суммарной характеристики показывает, что если бы насосы в трубопровод подавали воду раздельно, то каждая из подач Q_I и Q_{II} была бы меньше. При совместной параллельной работе насосов достигается увеличение подачи и напора. При этом напор H_A больше каждого из напоров насосов, работающих индивидуально. Однако, эти увеличения напора незначительны.

В практике горного дела при осушении карьеров может возникнуть необходимость последовательного соединения насосов на одной насосной станции, так как такое включение позволяет значительно увеличить напор, а, следовательно, и высоту поднятия воды, а также расход воды.

При последовательном соединении напорный патрубок первого насоса соединяется со всасывающим патрубком второго насоса (рис. 2).

На рисунке приведена характеристика трубопроводов S_I и $S_I + S_2$, характеристики 2-х разнотипных насосов и их напорная характеристика ($Q-H$).

Каждый из насосов при индивидуальной работе на трубопровод с характеристикой S_I развивал подачу Q_I и Q_{II} при напорах H_I и H_{II} . При этом вода поступает в бак B_1 , а задвижка z закрыта. Мощность и КПД первого насоса характеризуются точками 2 и 5, а второго – 3 и 6.

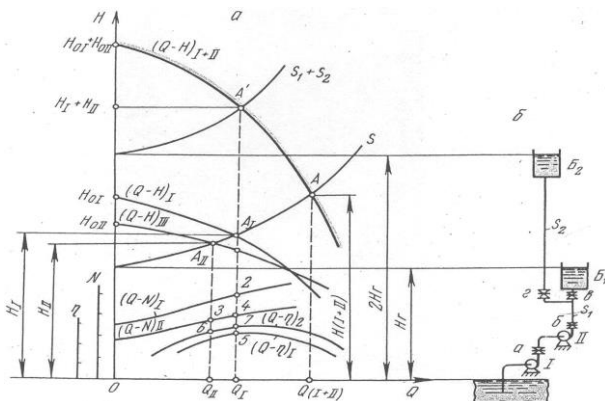


Рис. 2 – Суммарная характеристика при последовательной работе двух различных насосов:
а – характеристики; *б* – схема установки;
N – мощность привода насоса

При последовательной работе насосов на трубопровод с характеристикой S_1 их совместный режим определяется рабочей точкой A , которая характеризуется подачей $Q_{(I+II)}$ и напором $H_{(I+II)}$. Из рассмотренных характеристик видно, что последовательное включение насосов приводит к увеличению напора и подачи воды, если ее не ограничивать задвижками *а*, *б*, *в*. Если в карьере требуется поднять воду на высоту в два раза превышающую геометрическую высоту подъема, то характеристика сети трубопроводов изобразится кривой $S_1 + S_2$. Вода при этом поступает в бак B_2 , а задвижка *в* закрывается. Рабочая точка перейдет в положение A' . Этой точке соответствует постоянная подача насосов Q_I при суммарном напоре $H_I + H_{II}$. Мощность и КПД насоса *I* по прежнему характеризуются точками 2 и 5, а насоса *II* – точками 4 и 7.

Библиографический список

1. Гальперин, А.М. *Гидрогеология и инженерная геология: учебное пособие* / А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, Ю.А. Норватов. - М.: Недра, 1989, -383 с.
2. Чирков, А.С. *Добыча и переработка строительных горных пород: учебник для вузов* / А.С. Чирков. - М.: Издательство МГГУ, 2006. -623 с.