

ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО СУТОЧНОГО ПРИТОКА ВОДЫ ПРИ ВЫБОРЕ ВОДООТЛИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С. А. Тимухин, А. В. Угольников, А. В. Долганов

Значение нормального суточного притока воды в горные выработки является главным и определяющим при проектировании водоотливных установок, и от него зависит выбор не только рабочих насосов, но и всего комплекса водоотливного оборудования шахт, рудников, а следовательно, и эффективность его эксплуатации.

Ключевые слова: шахтный водоотлив; насосно-трубопроводная система; нормальный суточный приток; шахтное водоотливное оборудование; коэффициент водообильности.

Принятая в настоящее время методология проектирования комплексов главных водоотливных установок предполагает расчет и выбор основного насосного оборудования по нормальному суточному притоку воды в горные выработки $Q_{\text{норм}}$ с последующей его проверкой по максимальному притоку Q_{max} . Согласно требованиям ПБ, подача рабочих насосов водоотливных установок должна обеспечивать откачку нормального суточного притока не более чем за 20 ч. Отсюда значение $Q_{\text{норм}}$ является главным и определяющим при проектировании водоотливных уста-

новок и от него зависит выбор не только рабочих насосов, но и всего комплекса водоотливного оборудования шахт, рудников, а следовательно, и эффективность его эксплуатации.

Расчет этого параметра традиционно осуществляется на основе коэффициента водообильности [1–4] $K_{\text{в}}$, который равен отношению количества откачиваемой воды за некоторый период к количеству добываемого за тот же период полезного ископаемого. Таким образом, зная фактический коэффициент водообильности и проектную (годовую) производитель-

Значения $K_{\text{в}}$ и рН для угольных бассейнов и регионов РФ

Угольный бассейн	$K_{\text{в}}$ (по годам)						рН
	1975	1980	1985	1990	1995	2000	
Кузнецкий	1,87	1,75	1,56	1,42	1,4	1,38	7,2–8,4
Челябинский	1,45	1,94	1,53	1,27	1,42	4,53	6,9–8,4
Южно-Уральский	2,97	3,0	2,63	2,63	2,4	2,21	6,5–8,2
Минусинский	1,95	2,24	0,73	0,74	0,85	0,83	7,2–8,3
Дальневосточный	0,56	0,68	0,75	0,85	0,85	0,85	8,0–8,3
Иркутский	2,31	2,78	1,84	1,53	1,52	1,52	7,1–8,5
Печорский	1,96	1,27	1,31	1,64	1,63	1,63	7,3–8,5
Подмосковный	5,81	7,81	6,12	5,27	5,27	5,26	6,3–8,1
Канско-Ачинский	0,27	0,37	0,53	0,21	0,13	0,12	7,5–8,0
Регионы							
Свердловская область	6,29	7,69	9,23	8,79	11,5	15,44	7,2–8,3
Приморский край	2,62	1,34	1,06	1,67	1,63	1,6	7,8–8,3
Сахалин	6,0	4,1	3,82	3,24	1,49	0,5	7,2–8,3

ность горного предприятия по полезному ископаемому, можно рассчитать ожидаемый годовой приток воды. В таблице

приведены фактические значения $K_{\text{в}}$ для угольных месторождений и регионов РФ за период с 1975 по 2000 г.

На основе использования K_b нормальный суточный приток определяется по формуле

$$Q_{\text{норм}} = \frac{K_b A_r}{365}, \quad (1)$$

где A_r – годовая производительность шахты.

Вследствие постоянных изменений гидрогеологических и горнотехнологических условий значения параметров, входящих в эту формулу, могут значительно изменяться и причем случайным образом, однако в расчет принимается среднее значение величины $Q_{\text{норм}}$.

Анализ таблицы показывает, что значения K_b не могут быть определены детерминированным путем, а только посредством статистико-вероятных наблюдений и расчетов.

Однако при выборе водоотливного оборудования значения коэффициента водообильности принимаются усредненными по бассейнам и годам по месторождениям (или бассейнам) в целом. Поэтому расчет $Q_{\text{норм}}$ по величине K_b носит ориентировочный характер даже при условии корректирования ее гидрогеологическими службами. Ошибки при ее определении могут быть, как в сторону уменьшения, так и увеличения. В первом случае это может привести к созданию аварийной ситуации вплоть до затопления горных работ, а во втором – к неэффективному использованию выбранного водоотливного оборудования.

Кроме того, в условиях рыночных отношений, когда производительность предприятий не является плановой, а определяется конъюнктурой рынка, расчет $Q_{\text{норм}}$ по величине K_b неизбежно связан с дополнительными погрешностями.

Поэтому формирование величины $Q_{\text{норм}}$ на основе коэффициента водообильности, предполагающее постоянство этой величины (в рамках принятого цикла), представляется неправомерным. Отсюда возникает необходимость в подходах, учитывающих изменчивость $Q_{\text{норм}}$ как случайной величины, зависящей от мно-

жества факторов.

В соответствии с этим определение величины $Q_{\text{норм}}$ правомерно осуществлять на основе статистико-вероятного анализа случайного процесса, отражающего фактические зависимости притоков воды в горные выработки за предшествующий, достаточно значительный период.

Кроме того, выбор насосного оборудования по максимальному притоку осуществляется в настоящее время обычно исходя из его двухмесячного времени действия в течение года (периоды весеннего и осеннего паводков). Однако практика шахтного водоотлива показывает, что максимальные притоки по своим характеристикам могут значительно различаться по разным месторождениям. Так, например, по Узельгинскому руднику (рис. 1) время действия максимального притока составляет около двух месяцев (апрель, май), а по шахте «Северопесчанская» (рис. 2) – около пяти месяцев (апрель–сентябрь). Анализ притоков воды по некоторым другим месторождениям также показывает большой разброс данных, трудно поддающихся какой-либо унификации в их оценке. Все это приводит к тому, что формирование исходных данных по притокам воды в горных выработках более правомерно осуществлять индивидуально по конкретному месторождению или предприятию на основе статистических данных за предшествующий, достаточно длинный период.

На основе математической обработки статистических данных по притокам определяется уравнение регрессии $Q_{\text{пр}}(t) = f(t)$ с доверительными интервалами. Причем (это особенно важно в условиях данной задачи) границы этих интервалов устанавливаются в зависимости от изменчивости (коэффициента вариации) исходного статистического ряда.

Результаты выполненной таким образом математической обработки могут служить базой для более достоверного обоснования значения нормального суточ-

ного притока воды в горные выработки. Анализ данных результатов свидетельствует в пользу того, что положительное

значение доверительного интервала может быть принято за основу в оценке $Q_{\text{норм}}$ (предпочтительный способ при принятой

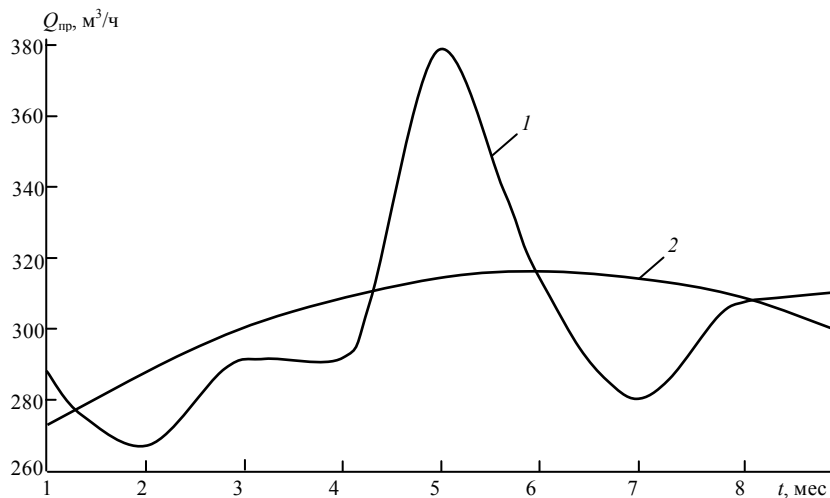


Рис. 1. Зависимость притоков воды по Узельгинскому руднику:
1 — экспериментальная; 2 — аппроксимированная

вероятности и заданной погрешности в получении результатов).

Физический смысл предложенного подхода заключается в статистической

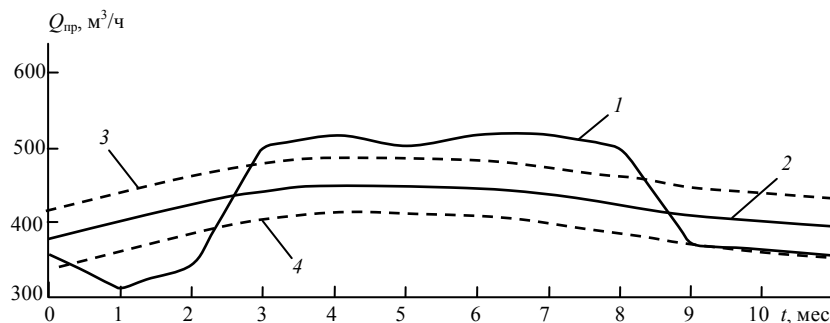


Рис. 2. Зависимость притоков воды по шахте «Северопесчанская»:
1 — зависимость $Q_{\text{пр}}(t)$; 2 — линия регрессии; 3, 4 — доверительные интервалы

оценке значений устойчивого максимума притоков воды (в течение достаточно длительного отрезка времени в годовом цикле), по которому предлагается определить $Q_{\text{норм}}$ с целью более обоснованного расчета и выбора всего комплекса шахтного водоотливного оборудования. Поэтому он может быть назван методом устойчивого максимума притоков.

В качестве примера использования данного метода рассмотрим статистические данные по месяцам годового цикла притоков воды по шахте «Северопесчан-

ская» (рис. 2). В результате математической обработки данных получено уравнение регрессии (линия 2) и с учетом коэффициента вариации статистического ряда вероятностью 0,95 и заданной погрешностью 3 % получены доверительные интервалы (линии 3, 4). При этом за основу при оценке величины $Q_{\text{норм}}$ принята положительная граница интервала (линия 3), что соответствует рассматриваемой в статье стратегии определения основного исходного параметра при проектировании главных водоотливных установок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов В. М. Рудничные водоотливные установки. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 304 с.
2. Веселов А. И. Рудничный водоотлив. М.: ГНТИ, 1956. 532 с.
3. Шевяков Л. Д., Бредихин А. Н. Шахтный водоотлив. М.: ГНТИ, 1960. 356 с.
4. Носырев Б. А. Насосные установки горных предприятий: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА. 1997. 162 с.

Поступила в редакцию 13 июля 2013 г.

Тимухин Сергей Андреевич – доктор технических наук, профессор кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Угольников Александр Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электротехники. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ugolnikov@yandex.ru

Долганов Алексей Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов. 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: av.dolganov@yandex.ru