

ЗАБОЙНЫЕ НАСОСЫ С ТУРБИНЫМ ПРИВОДОМ

В. М. ВОРОНЧИХИН

(Представлено научным семинаром кафедры горной механики)

Проектным институтом ЦНИИподземшахтострой разработаны забойные насосы Н-1м и БН-15×4 с турбинным приводом.

Турбонасос Н-1м предназначен для откачки воды из забоя непосредственно в водосборник при проходке вертикальных стволов шахт с водопритоком до 20—25 м³/час, второй турбонасос БН-15×4— для бадьевого водоотлива с водопритоком до 8—10 м³/ час. Турбонасосы могут быть использованы для местного водоотлива при проведении горизонтальных выработок, при рытье канав, котлованов и других земляных работах. Конструкция насосов допускает их нормальную работу как при полном погружении в воду, так и при погружении только сетки всасывания, а малый вес и габариты создают возможность удобной переноски их в любое место выработки.

Кафедрой горной механики Томского политехнического института проведены испытания опытных образцов этих насосов на специальном стенде, смонтированном в лаборатории рудничного водоотлива. При испытании турбонасос помещался в водослив с постоянным уровнем воды 0,75—высоты корпуса насоса. Производительность насоса определялась наполнением и последующим взвешиванием бака емкостью 0,1 м³ с отсчетом времени по секундомеру. Полный напор, создаваемый турбонасосом, определялся суммированием показаний манометра со скоростным напором и вертикальным расстоянием от уровня воды в водосливе до места установки манометра. Обороты вала турбонасоса измерялись вибротахометром. Расход сжатого воздуха турбодвигателем измерялся с помощью диафрагмы и дифференциального манометра, установленными в соответствии с правилами № 169. Температура и давление воздуха перед двигателем измерялись термометром и пружинным манометром. Стабилизация температурного режима турбодвигателя достигалась предварительной работой его не менее 30 мин. при постоянном рабочем давлении и только после этого без остановки проводилось испытание турбонасоса.

При испытании устанавливалось 7—9 режимов работы и при каждом брались отсчеты по проверенным приборам.

Характеристики турбонасосов приводились к нормальным условиям опыта:

температуре сжатого и атмосферного воздуха . . . 20°С,
атмосферному давлению 760 мм рт. ст.
удельному весу атмосферного воздуха 1,2 кг/м³.

Результаты испытания турбонасосов при давлениях сжатого воздуха 3,4 и 5 *ати* приведены на характеристиках (рис. 1 и 2), которые не совпадают с паспортными данными (табл. 1)

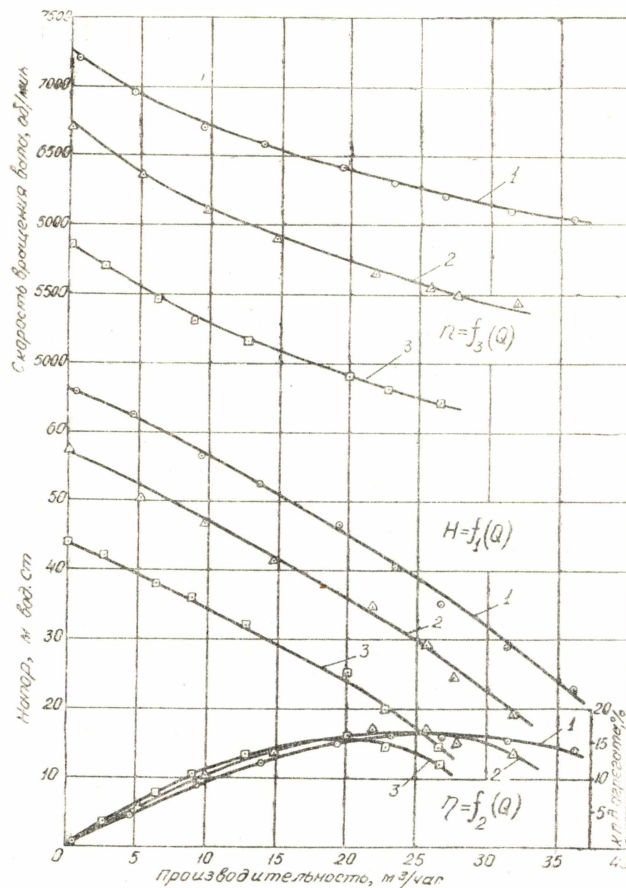


Рис. 1. Характеристика турбонасоса Н-1м
1 — при давлении 5 *ати* и расходе воздуха 7,08 $\text{м}^3/\text{мин}$. 2 — при давлении 4 *ати* и расходе воздуха 5,87 $\text{м}^3/\text{мин}$. 3 — при давлении 3 *ати* и расходе воздуха 4,65 $\text{м}^3/\text{мин}$.

Из характеристик турбонасосов и табл. 1 видно, что паспортная производительность и напор турбонасосов могут быть получены только при рабочем давлении воздуха 5 *ати*, при этом расход воздуха турбонасоса Н-1м будет составлять 7,08 $\text{м}^3/\text{мин}$, а БН-15×4 — 1,85 $\text{м}^3/\text{мин}$.

Таким образом, полученный расход воздуха выше паспортного у турбонасоса Н-1м на 12%, а у турбонасоса БН-15×4 — на 85%. Следствием этого является низкий к.п.д., особенно турбонасоса БН-15×4.

Второй недостаток турбонасосов состоит в том, что они могут работать только под нагрузкой. В случае отсутствия воды («холодная» работа) турбопривод резко повышает скорость вращения, наступает «разнос» с последующим выходом из строя подшипников и турбины насоса. В связи с этим недостатком «холодная» работа насосов недопустима.

Таблица 1

Наименование показателей	Турбонасос Н-1м		Турбонасос БН-15×4	
	по паспорту	в действительности	по паспорту	в действительности
Производительность, $\text{м}^3/\text{час}$	25	25	15	15
Напор, м вод. ст.	40	35	4	3,6
Скорость вращения вала, об/мин	6300	5900	6500	6500
Рабочее давл. воздуха, <i>ати</i>	4,5	4,5	3,5—4,0	4,0
Расход воздуха, $\text{м}^3/\text{мин}$.	6,0	6,5	1,0	1,6
Адиабатический к. п. д. агрегата, %	—	16,5	—	1,3

Низкий к. п. д. турбонасосов может быть за счет несовершенства конструкции турбодвигателя или насоса или того и другого.

Для определения путей повышения экономичности необходимо провести испытания турбодвигателя и разделить к. п. д. агрегата на к.п.д. турбодвигателя и насоса.

Ликвидировать второй недостаток, т. е. ограничить скорость вращения турбопривода при „холостой“ работе насоса можно:

- 1) нагрузочным вентилятором;
- 2) центробежно-грузовым регулятором;
- 3) гидравлическим регулятором.

Из теории турбомашин известно, что мощность вентилятора возрастает прямо пропорционально кубу числа оборотов вала, поэтому нагрузочный вентилятор будет забирать малую мощность при нормальной работе турбонасоса и полностью — при „холостой“ работе. Максимально возможная скорость вращения при „холостой“ работе определяется прочностью подшипников и турбины насоса, следовательно, необходимо увязать параметры нагрузочного вентилятора со скоростью вращения при нормальной и „холостой“ работе. Параметры нагрузочного вентилятора могут быть определены по аналогии с расчетом муленеток с учетом специфических условий работы нагрузочного вентилятора в замкнутом объеме.

Преимущество этого способа ограничения скорости вращения заключается в простоте устройства и отсутствии каких-либо передаточных механизмов, так как лопатки нагрузочного вентилятора располагаются непосредственно на диске турбодвигателя.

Однако при данном способе регулирования и увеличении при „холостом“ ходе числа оборотов в два раза неизбежно уменьшается экономичность турбонасосов, так как нагрузочный вентилятор при нормальной работе насоса будет забирать 12—15% паспортной мощности турбопривода.

В центробежно-тормозном регуляторе скорость вращения при переходе насоса на „холостую“ работу ограничивается за счет трения колодок о тормозной диск.

Этот вид регулирования экономичнее первого способа. Но центробежно-тормозной регулятор имеет вращающиеся части и, кроме того,

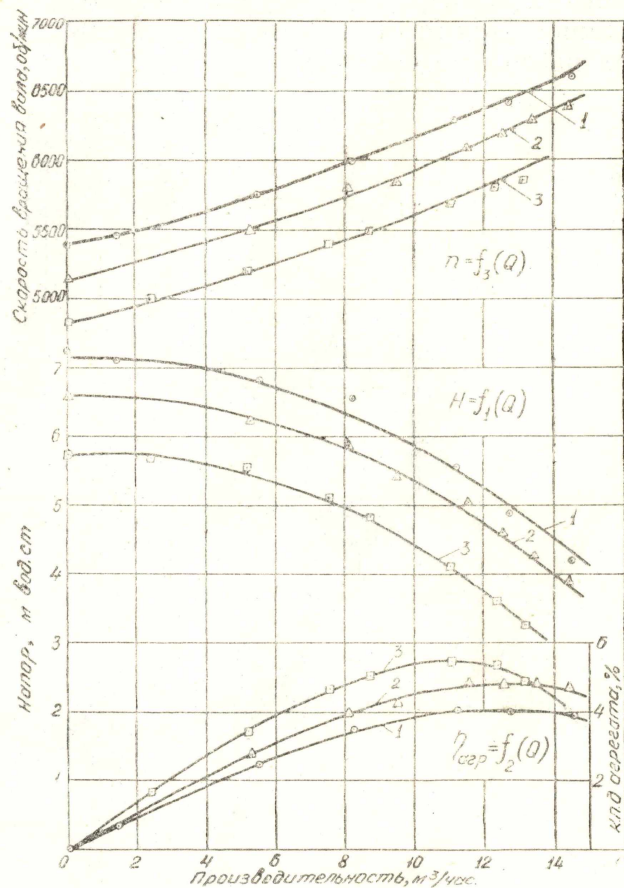


Рис. 2. Характеристика турбонасоса БН-15×4
1 — при давлении 5 атм и расходе воздуха 1,85 м³/мин. 2 — при давлении 4 атм и расходе воздуха 1,56 м³/мин. 3 — при давлении 3 атм и расходе воздуха 1,21 м³/мин.

при износе трущихся поверхностей регулятор может не срабатывать.

Нами для ограничения скорости вращения предлагается гидравлический регулятор. Принцип действия гидравлического регулятора скорости (рис. 3) состоит в следующем.

При нормальной работе турбонасоса вода из напорного трубопровода поступает в верхнюю часть корпуса 1 регулятора и, преодолевая сопротивление пружины 2, отжимает диафрагму 3 в нижнее положение. При этом золотник 4 открывает впускное отверстие регулятора на полное сечение.

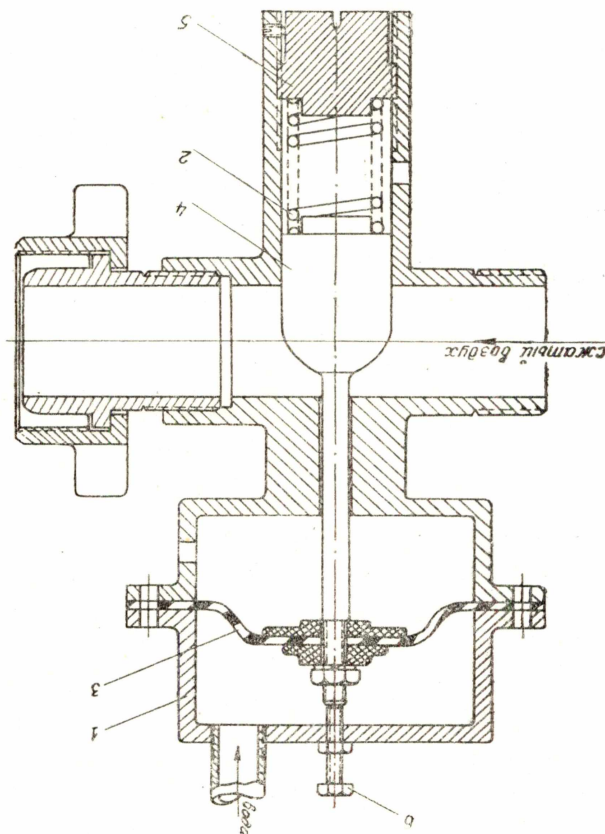


Рис. 3. Гидравлический регулятор скорости.

При переходе турбонасоса на „холостую“ работу давление на диафрагму окажется почти равным атмосферному. Ввиду этого пружина отождит диафрагму в верхнее положение и золотник перекроет впускное отверстие регулятора.

Работа турбонасосов с гидравлическим регулятором скорости может быть автоматической. Для этого необходимо, чтобы золотник перекрывал впускное отверстие неполностью. При этом турбина и рабочее колесо насоса будут вращаться со скоростью, несколько большей нормальной. Как только появится вода, турбонасос вначале снизит скорость вращения за счет нагрузки насоса, а затем постепенно повышающимся давлением воды на диафрагму золотник откроет впускное отверстие, и турбонасос перейдет на нормальный режим работы.

Настройка регулятора производится регулировочными винтами 5 и 6.

Из сопоставления различных способов регулирования скорости вращения турбопривода насосов очевидно, что последний способ является простым, экономичным и не требующим постоянного контроля за работой насоса.