

УДК 622.237

М.Т. Кобылянский

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ СКВАЖИННЫХ ФАКТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ МАГНИТНЫХ ЛОВИТЕЛЕЙ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

К неблагоприятным фактором при работе магнитных ловителей в скважинах относятся: значительные динамические нагрузки, высокие давление и температура, магнитопроводящие стенки скважины и обсадные трубы, обводненность и зашламованность забоя [1]. Воздействие перечисленных факторов искажает характер преобразования и распределения энергии в ловителе и на определенном уровне приводит к необратимому снижению его параметров.

Статические и динамические нагрузки могут привести как к размагничиванию магнитотвердых материалов, так и к разрушению отдельных элементов магнитной системы и всей конструкции ловителя в целом.

На стойкость к динамическим нагрузкам исследовались броневые магнитные ловители на феррито-бариевых магнитах ЛМП-6, ЛМП-6М, на редкоземельных магнитах ЛМП-6Р, ЛМП-6Р2, а также отдельные магниты 18БА220, 22БА190, SmCo<sub>5</sub> различных геометрических форм (параллелепипеды, диски, кольца) и размеров [2]. Испытания проводились на вибростенде St 5000/300. При этом замерялась индукция на полюсах ловителей и сила их притяжения к испытательной плате и буровой коронке, а также магнитная индукция на поверхности отдельных постоянных магнитов.

Производился также внешний осмотр ловителей и магнитов.

Результаты исследований броневых магнитных ловителей и постоянных магнитов показали, что вибрация в диапазоне частот 20-5000 Гц при амплитудах до  $\pm 3$  мм не оказывает влияния на силовые и магнитные параметры ловителей, а также на отдельные феррито-бариевые и редкоземельные магниты. При контрольной разборке ловителей признаков разрушения конструкции не обнаружено. Сколы и трещины на постоянных магнитах отсутствуют.

Магнитные ловители ЛМП-6М испытывались статическими нагрузками на осевое сжатие на гидравлической машине МУП-50 [3]. При опоре ловителя на испытательную плиту величина разрушающего усилия составила около 300 кН, при опоре на буровую коронку – 220 кН. В первом случае деформировался универсальный переводник ловителя, во втором – шайба на нерабочем торце.

Результаты исследований свидетельствуют о достаточной прочности и конструктивной надежности разработанных броневых магнитных ловителей, а также о высокой вибростойкости феррито-бариевых и редкоземельных магнитов.

Стабильность силовых и магнитных парамет-

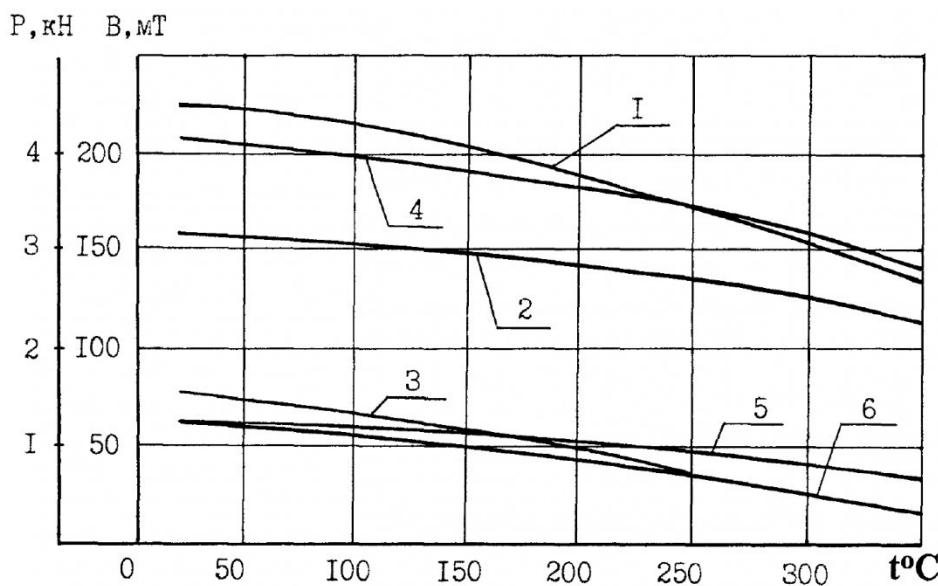


Рис. 1. График зависимостей силы притяжения (4,5,6) и индукции (1,2,3) от температуры: 1 – ловитель ЛМП-6М; 2 – магнит SmCo<sub>5</sub>; 3 – магнит 22БА190; 4 – нагреваемый ловитель к холодной испытательной плате; 5 – холодный ловитель к нагреваемой коронке; 6 – нагреваемый ловитель к нагреваемой коронке

ров ловителей при повышенных температурах является одним из важных условий их надежной работы в скважине. С целью определения возможности работы броневых магнитных ловителей при высоких температурах проведены исследования, показывающие влияние на силовые и магнитные параметры ловителей температуры в интервале 20-350°C. В исследованиях на термостойкость участвовали такие же ловители и отдельные постоянные магниты, что и в экспериментах на вибропрочность.

Нагрев ловителей и магнитов производился в электрической печи типа МП-2УМ. Замеры температуры в интервале 20-200°C осуществлялись ртутным термометром, а в интервале 200-350°C – термопарой грХА в комплекте с прибором МПЩПр-54М.

Результаты проведенных исследований представлены на рис. 1. Как видно из графиков, броневая магнитная система более термостабильна, чем отдельный постоянный магнит. Так, магнит 22БА190 при повышении температуры от 20°C до 200°C уменьшает индукцию на 37%, а индукция на полюсах ловителя ЛМП-6М, выполненного на таких магнитах, снижается на 13%. Максимальная сила притяжения ловителя при нагреве до 200°C уменьшается всего на 11%.

В результате температурных испытаний установлено, что броневые магнитные ловители могут длительно эксплуатироваться при температурах до 150°C (на магнитах 22БА190) и до 250°C (на магнитах SmCo<sub>5</sub>). Вместе с тем, ловители допускают использование не более 3-5 раз при температурах 200-250°C (22БА190) и 300-350°C (SmCo<sub>5</sub>), после чего они выходят из строя вследствие необратимого снижения параметров.

Как показали испытания неэкранированного ловителя ЛМП-2 с П-образной магнитной системой, такой тип ловителей не работоспособен в железорудных скважинах. С целью детального исследования влияния условий железорудной взрывной скважины на характеристики броневых магнитных ловителей разработан и изготовлен стенд, имитирующий взрывную скважину диаметром 105 мм (рис. 2.). Условия исследования максимально приближены к условиям работы магнитного ловителя в скважине.

Устройство смонтировано на гидравлической разрывной машине МУП-50 и представляет собой стальную трубу внутренним диаметром 105 мм и длиной 500 мм. Нижний конец трубы, имитирующий забой скважины, заглушен и имеет устройство для закрепления испытательной плиты и буровой коронки.

На первом этапе исследовалось влияние магнитопроводящих стенок скважины на силовые параметры ловителей. На рис. 3. представлены тяговые характеристики ловителя ЛМП-6М в стальной трубе при притяжении к испытательной плите и буровой коронке КНШ-105 с обломанным

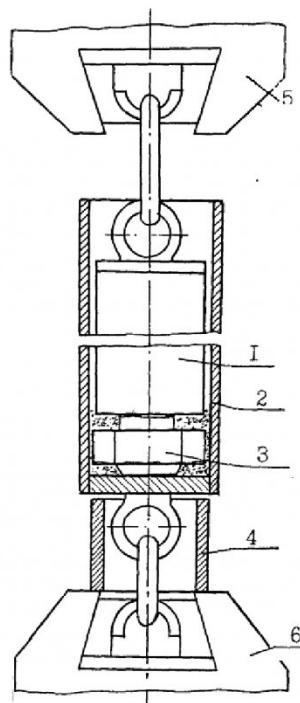


Рис. 2. Стенд для исследования влияния условий буровой скважины на параметры магнитного ловителя: 1 – магнитный ловитель; 2 – стальная труба; 3 – буровая коронка; 4 – стойка; 5,6 – верхнее и нижнее крепления машины МУП-50

хвостовиком (кривые 3 и 4). Здесь же для сравнения приведены тяговые характеристики, полученные при отсутствии магнитопроводящих стенок скважины (кривые 1 и 2).

Как свидетельствуют полученные результаты, магнитопроводящие стенки скважины (или обсадные трубы) не только не ухудшают параметры ловителя с броневой магнитной системой, но и несколько улучшают их. Увеличение силы притяжения составляет в среднем 4-7%. Этот эффект объясняется увеличением проводимости магнитной цепи, что увеличивает индукцию на полюсах, так как магнитопроводящие стенки скважины выполняют роль магнитопроводов одноименной полярности с сегментными магнитопроводами и корпусом. Кроме того, стенки скважины замыкают магнитный поток в зоне рабочего зазора, что особенно заметно при притяжении буровой коронки. Так при использовании магнитной системы в скважине с магнитопроводящими стенками за счет потоков рассеивания создаются дополнительные тяговые силы, то есть часть потоков рассеивания становится рабочим потоком. Как видно из графика на рис. 3, положительное влияние магнитопроводящих стенок скважины несколько увеличивается с ростом рабочего зазора.

На втором этапе исследования нижняя часть трубы («забой скважины») заполнялась железорудной мелочью (шламом) крупностью от 0,2 мм до 5,0 мм. Для приготовления шлама была использована железная руда Таштагольского месторождения с содержанием железа 35-40%. Магнитная

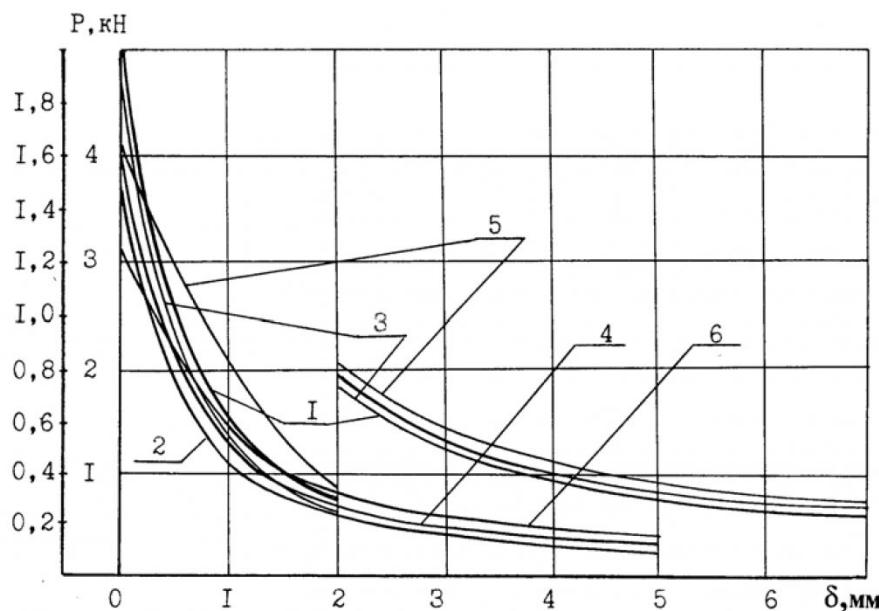


Рис. 3. Тяговые характеристики ловителя ЛМП-6М: 1,2 – притяжение ловителя к испытательной плите и буровой коронке при отсутствии стенок скважины; 3,4 – притяжение к испытательной плите и буровой коронке в сухой скважине; 5,6 – притяжение к испытательной плите и буровой коронке в зашламованной скважине

проницаемость руды в целике составляет 7-10, шлама – 4-7.

На рис. 3 представлены тяговые характеристики ловителя ЛМП-6М, снятые при заполнении «забоя скважины» железорудным шламом (кривые 5 и 6). Результаты данного исследования показывают, что в зашламованной скважине уменьшается максимальная сила притяжения ловителя за счет попадания частиц шлама между полюсами и притягиваемым предметом. Однако с увеличением зазора сила притяжения незначительно возрастает (на 3-5%) за счет увеличения магнитной проницаемости зашламованной рабочей зоны ловителя. Следует отметить, что поскольку присутствие шлама на забое скважины мешает непосредственному контакту полюсов ловителя с извлекаемым предметом, снижая в итоге подъемную силу, то для надежного извлечения металла из

зашламованных скважин необходимо предварительно выполнять очистку их забоев от шлама.

Описанные выше эксперименты были повторены при заполнении «скважины» водой. Снятые тяговые характеристики совпали с характеристиками в сухой скважине (кривые 3-6 на рис. 3). Следовательно, практически доказано, что наличие воды в скважине не оказывает отрицательного влияния на эффективность броневого магнитного ловителя.

Таким образом, исследование силовых характеристик магнитного ловителя на стенде, имитирующем буровую скважину, показали, что ловитель, имеющий броневую компоновку магнитной системы, может надежно и эффективно применяться в условиях железорудных скважин, а также в скважинах с обсадными трубами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобылянский М.Т. Особенности применения магнитных систем в скважинах и критерии оценки их эффективности//Актуальные вопросы подземного и наземного строительства: Межвуз. сб. науч. тр./ Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1997. – С. 92-96.
2. Магнитные устройства для очистки скважин / Ю.А. Курников, И.Ф. Концур, М.Т. Кобылянский, Л.И. Романишин; Под ред. Ю.А. Курникова. – Львов: Виша школа, 1988. – 108 с.
3. Стенд для испытаний магнитных систем ловителей бурового инструмента на базе машины МУП-50: Информ. Листок / Ю.А. Курников, Г.А. Мартынов, М.Т. Кобылянский. – Кемерово: ЦНТИ, 1980. – № 288-80. – 2 с.

□ Автор статьи:

Кобылянский  
Михаил Трофимович  
-докт.техн.наук, проф., зав. каф. начертательной геометрии и графики КузГТУ.  
Тел. 384-2- 39-63-81.