

6
А-29

АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД

На правах рукописи

Б.Е.СКОБОЧКИН

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГИДРОУДАРНЫХ
МАШИН ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

А в т о р е ф в р а т
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Г. Фрунзе

1967

АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД

На правах рукописи

Б.Е.СКОБОЧКИН

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГИДРОУДАРНЫХ
МАШИН ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научные руководители:

член-корреспондент АН КазССР,
доктор технических наук,
профессор А.В.БРИЧКИН

кандидат технических наук,
доцент П.М.КОШУЛЬКО

г.Фрунзе

1967

Работа выполнена в Казахском институте минерального сырья

*Генерал-майор Обьединенного Ученого Совета
Отделение естественных и технических наук
Академии Наук Киргизской ССР
тов Афанасьев В. А.*

Уважаемый тов.

Обьединенный Ученый Совет отделения естественных и технических наук Академии Наук Киргизской ССР направляет Вам для ознакомления автореферат диссертационной работы Б.Е.Скобочкина на тему: "Исследование рабочего процесса гидроударных машин двойного действия", представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Просим принять участие в работе Совета или прислать Ваш отзыв, заверенный печатью, по адресу:

г.Фрунзе, ул.ХХII партсъезда, 267.

Предварительно защита намечается на *6 октября*

1967 года. О дне защиты будет сообщено в газете "Советская Киргизия".

Ученый секретарь
Обьединенного Ученого Совета
кандидат химических наук

В.А.Афанасьев

328967
Центральная научная
Библиотека
Академии наук Киргизской ССР

Бурение скважин является одним из наиболее трудоёмких технологических процессов при разведке и добыче полезных ископаемых.

Поэтому на разработку прогрессивных средств бурения крепких пород направлены основные усилия конструкторов и исследователей. Успехи в этой области в последние годы неоспоримы. В горной промышленности нашли применение пневмоударные агрегаты, станки шарошечного и огневого бурения, в разведочной практике - алмазный и шарошечный инструмент, а также погружные гидроударные машины ударно-вращательного действия. Высокая эффективность гидроударного бурения доказана практикой. Производительность его на станко-месяц по сравнению с дробовым бурением выше в 1,5-2 раза, а стоимость метра скважины на 25-30% ниже. Одновременно обнаружилось и несовершенство применяемых технических средств гидроударного бурения, сдерживающее в ряде случаев применение этого способа.

Успехи и трудности первого опыта внедрения стимулировали исследования широкого круга вопросов гидроударного бурения в ИГД им.А.А.Скочинского, СКБ МГ СССР, ДГИ, ВНИИБТ, МИНХ и ГП,СГИ, КазИМСе и других организациях.

Важным резервом повышения эффективности и расширения области применения гидроударного бурения является совершенствование гидроударных машин.

Задачей данной работы является изыскание путей улучшения характеристик машин двойного действия, включающее следующие вопросы:

- 1) анализ известных схем, оценка их перспективности и выбор исходной схемы для исследования;
- 2) обоснование и разработка методики исследования стендовых и забойных характеристик гидроударных машин;
- 3) разработка экспериментального образца гидравлического двигателя на базе выбранной схемы, предусматривающая удобство изменения конструктивных параметров и установки датчиков;
- 4) стендовые исследования и предварительный выбор параметров машины;
- 5) снятие забойных характеристик машины и корректировка её конструктивных параметров;
- 6) производственные испытания машин и определение эффективности их применения.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Первая глава содержит анализ состояния и направлений развития современных механических методов бурения. Опыт горной промышленности свидетельствует о наибольшей перспективности ударно-вращательного бурения. В то же время бурение разведочных скважин производится почти исключительно вращательным способом, возможности которого в основном уже реализованы. Последнее обусловлено ограниченностью подводимой к забоям мощности, особенно при легком геологическом оборудовании, а также механизмом действия рабочего органа на породу. Как известно, наименьшая энергоёмкость разрушения породы обеспечивается при динамическом её нагружении. Отсюда несомненна целесообразность передачи дополнительной мощности на забой в виде ударных нагрузок.

Применение для этой цели выносных ударных узлов исключено в связи с большими потерями энергии ударного импульса при передаче его по колонне труб. До последнего времени ударно-вращательное бурение глубоких скважин не находило применения из-за отсутствия ударных машин, эффективно работающих в скважине на глубинах в несколько сотен, а иногда и тысяч метров. Этот вопрос остается актуальным и сейчас, хотя ряд работоспособных машин в последние годы создан.

Обязательным качеством ударной машины является её способность работать погруженной в жидкость под значительным гидростатическим давлением, поскольку большинство разведочных скважин заполнено жидкостью в силу геологических и технологических причин.

По роду привода указанные машины могут быть механическими (приводимыми в действие вращающимися бурильными трубами), электрическими, пневматическими и гидравлическими.

Основной недостаток механических устройств состоит в ограниченной мощности, передаваемой вращением бурильных труб.

Электрические машины имеют крупные достоинства (высокий к.п.д. электродвигателя, наименьшие потери энергии), но требуют значительной доработки и решения вопроса безопасности при применении.

Пневматические машины, применяемые в горной промышленности, компактны и просты, надежны и сравнительно долговечны. Низкий к.п.д. машин и высокая стоимость пневматической энергии не являются препятствием для их применения.

В нефтяной промышленности США имеется успешный опыт бурения скважин пневмоударниками. Однако, область применения пневмоударных машин для проходки глубоких скважин, видимо, останется довольно узкой, поскольку они могут работать лишь в условиях, когда внешнее гидростатическое давление меньше давления сжатого воздуха в машине. Применение пенообразователей для борьбы с водопроявлениями не всегда дает желаемый результат.

Поэтому технологическим особенностям бурения глубоких скважин наиболее соответствуют в настоящее время погружные гидроударные машины. Промышленное их применение в нашей стране ведется с 1962 г., причем из общего объема гидроударного бурения по Союзу более половины приходится на Казахстан. С начала применения по настоящее время здесь пробурено этим способом около 200 тыс. м скважин, в том числе в 1966 г. - 60 тыс. м.

Во второй главе приведен обзор существующих конструкций гидроударных машин и выбрана исходная схема для исследований.

Первые гидроударные машины появились в 1900-1902 гг. В настоящее время известны уже сотни таких устройств. Ввиду чрезвычайного их многообразия, в главе приведены только наиболее характерные, эталонные образцы, вызвавшие появление семейств машин определенного класса или нашедшие практическое применение.

По существующей классификации гидроударные машины делятся на три класса:

1) прямого действия, в которых повышение давления при перекрытии потока рабочей жидкости используется для движения молотка вниз и нанесения удара по наковальне; одновременно происходит сжатие возвратной пружины;

2) обратного действия, в которых повышение давления рабочей жидкости при перекрытии потока используется для подъема молотка и сжатия ударной пружины;

3) двойного действия, когда энергия потока жидкости непосредственно используется для перемещения молотка в обоих направлениях.

Машины прямого действия по способу распределения жидкости делятся, в основном, на две группы: а) машины с вращающимися золотниками и б) машины с поступательно движущимися клапанами. Имеются и другие способы распределения жидкости, однако указанные группы представлены наиболее широко.

Машины с вращающимися золотниками известны с 1902 г., но практического применения не нашли, так как золотники плохо работают на загрязненных жидкостях и совершенно непригодны для работы на глинистых растворах.

Машина прямого действия с поступательно движущимся клапаном появилась в 1900 г. (В.Вольский).

В настоящее время наиболее отработанными конструкциями машин прямого действия являются машины Г-3А (Г-5А) конструкции СКБ МГ СССР и ГМ-5-ДГИ, первая из которых выпускается серийно.

Машины обратного действия появились в 50-е годы. Практическое применение в нашей стране нашли машины типа ВВО конструкции ВНИИБТ и ГБМС-5 Института горного дела им.А.А.Скочинского.

Обязательным элементом машин прямого и обратного действия является пружина бойка, обеспечивающая перемещение его в одном направлении. Наличие пружины в общем является недостатком, поскольку срок её службы в тяжёлых условиях работы гидроударника ограничен несколькими десятками часов.

Отличительной особенностью машин прямого и обратного действия является также то, что жидкость, прокачиваемая через машину, совершает работу в течение лишь небольшой части времени цикла, когда затвор закрыт. В остальное время жидкость свободно проходит через машину.

Машины двойного действия имеют лишь вспомогательные клапанные пружины или выполняются полностью беспружинными. Так как прокачиваемая через машину жидкость совершает работу в течение значительной части времени цикла, такие машины, при равных с гидроударниками прямого и обратного действия выходных характеристиках, создают обычно более высокий перепад давления, но экономичнее по расходу. Поэтому они позволяют уменьшить потери в подводящем трубопроводе и повысить к.п.д. гидросистемы в целом. Исключение пружин дает возможность снизить габариты и вес машины, а также увеличить предупредительную скорость бойка. В силу всего сказанного машины двойного действия являются наиболее прогрессивными.

В нашей стране разработан ряд интересных схем машин двойного действия. Наиболее простой является схема клапанного вибробура КУВ-22. Основой машины является ступенчатый (дифференциальный) поршень-боек, торцевые поверхности которого размещаются в различных камерах. Разность давления в камерах при подаче жидкости в машину создается гидравлическим сопротивлением (дросселем) в выхлопном канале наковальни. Концы поршневого беспружинного клапана, расположенного над бойком, также выведены в камеры с различным давлением. Поэтому клапан и боек стремятся последовательно занять верхнее положение, что сопровождается перекрытием потока жидкости. Гидравлический удар заставляет боек с клапаном двигаться вниз. Последний, достигнув ограничителя, отрывается от бойка и возвращается в исходное положение. Более массивный боек начинает подъём после удара по наковальне.

Поскольку простота и надежность машины являются важнейшими эксплуатационными требованиями, эта схема взята нами за основу для исследований и разработки.

Крупным её недостатком является наличие в выходном канале дресселя, препятствующего разгону бойка до высокой предупредительной скорости. Поэтому для улучшения характеристики машины необходимо было оценить её потенциальные возможности и установить пути улучшения рабочего процесса.

Третья глава посвящена исследованиям дрессельной машины двойного действия в лабораторных условиях.

Для выполнения поставленных задач применен экспериментальный метод исследований с электрическим измерением параметров рабочего процесса. Поскольку условия работы гидроударника на стенде и в скважине неодинаковы, а моделирование в лаборатории реальных условий эксплуатации машины представляет серьезные трудности, исследования рабочего процесса машины проводились как при работе её на лабораторном стенде, так и в скважинах различной глубины в ряде производственных организаций. Такая методика применена впервые. До настоящего времени выбор параметров машин производился на основании стендовых экспериментов. Для исследований в лаборатории и на производстве использованы разработанные в КазИМСе комплексы аппаратуры, позволяющие непо-

средственно измерять скорость и перемещение бойка и клапана, давление в рабочих камерах гидроударной машины и некоторые другие параметры. Записи производились с помощью шлейфового осциллографа Н-102, а в отдельных случаях - фотографированием с экрана катодного осциллографа ЭО-7.

Примененная методика является достаточно простым и точным способом определения рабочих параметров гидроударников различного типа. Она может быть использована научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями.

Для исследований на стенде разработан экспериментальный образец дроссельной машины, удовлетворяющий требованиям, изложенным выше.

Вначале при экспериментах применялись различные сочетания величин площадей поршней и дросселей. Вес бойка и ход клапана оставались постоянными.

Поверочные расчеты, выполненные по известной методике без учета инерционности жидкости в канале бойка, дали расхождения с экспериментальными данными.

Прежде всего, предупредительные скорости бойка при экспериментах были, по большей части, выше расчетных и имели иной характер изменения. Расчетные скорости бойка возрастали с увеличением диаметра дросселя, а экспериментальные оставались на одном уровне. Увеличение расхода жидкости сопровождалось незначительным ростом скорости бойка.

При увеличении хода клапана до определенной величины, зависящей от конструктивных параметров машины и режима ее работы, систематически отмечалась отсечка клапана раньше момента окончания его ограничителем, после чего дальнейшее движение бойка происходило с торможением. Осциллограммы показали, что давление в камере под бойком при закрытом клапане не растет с увеличением скорости бойка и только с момента отсечки клапана уравнивается с давлением в камере над бойком (рис. I).

Причиной этого, как было установлено, является кавитационный разрыв жидкости под клапаном при его закрытии. Такое явление может иметь место в гидроударных машинах любого типа. В то же время избежать кавитации в дроссельной машине, как показали расчеты, можно лишь при условии, что диаметр канала в бойке будет

$$d_k \geq 2 \sqrt{\frac{q \cdot c}{h_{др} \cdot g \cdot \pi}}$$

где q - расход жидкости, c - скорость распространения упругих волн в жидкости, находящейся в канале бойка, $h_{др}$ - перепад давления в дросселе, g - ускорение силы тяжести.

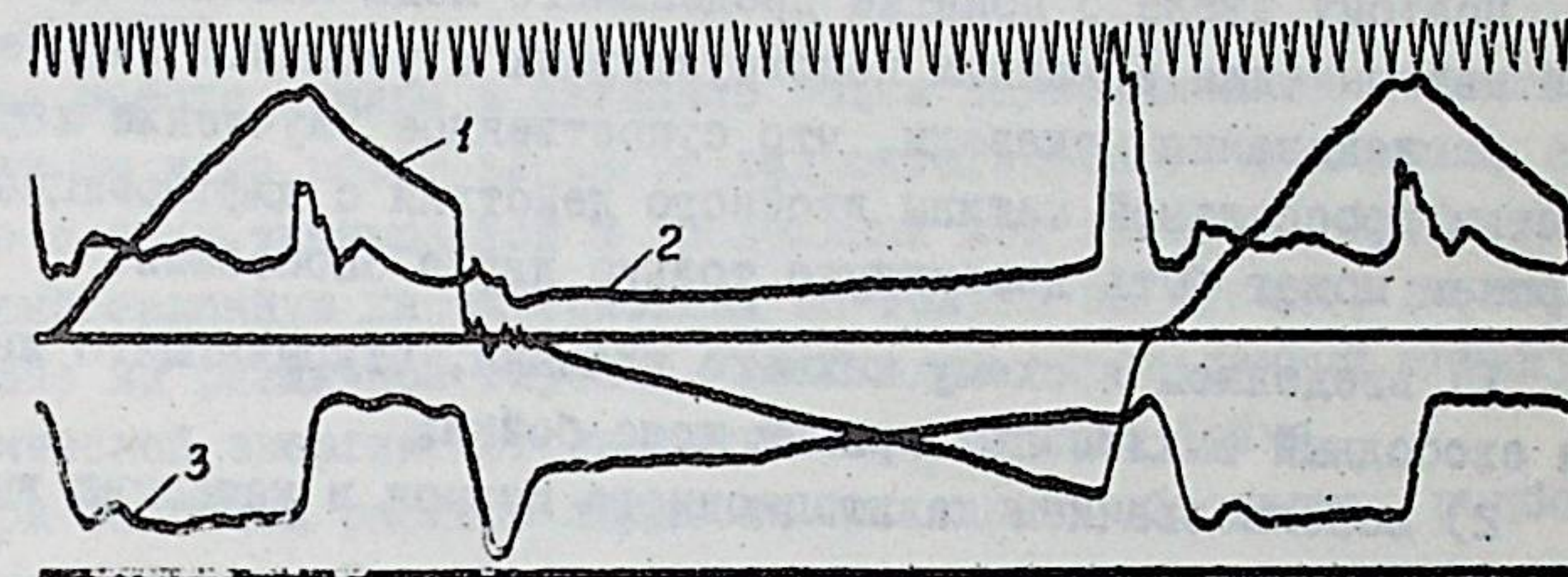


Рис. I. Характер цикла дроссельной машины с ранней отсечкой клапана

1 - скорость бойка, 2 - давление над бойком, 3 - давление под бойком

Как видно, практически это довольно сложно.

Ранняя отсечка клапана происходила в случаях, когда объем кавитационного пузыря был меньше объема жидкости, вытесняемой из нижнего цилиндра за один рабочий ход бойка (объема выхлопа). При таком режиме работы путь и скорость бойка к моменту отсечки определяются только расходом жидкости. При достаточном же объеме кавитационного пузыря свободный выхлоп в него обеспечивает беспрепятственный разгон бойка до скорости, превышающей расчетную. Таким образом, кавитация может влиять на рабочий процесс дроссельной машины не только отрицательно, но и положительно.

В связи с отмеченным явлением ранней отсечки клапана, появилась необходимость установить условия устойчивости системы клапан-боек после заполнения кавитационного пузыря.

Критическая скорость бойка к моменту заполнения кавитационного пузыря, превышение которой приводит к распаду системы клапан-боек, определяется путем совместного решения уравнений их движения. Условиями момента распада являются равенств-

во ускорений движения клапана и бойка и отсутствие сил взаимодействия между ними.

Расчеты, подтвержденные экспериментами, показали, что для реальных режимных и конструктивных параметров дроссельной машины, устойчивость системы клапан-боек практически надежно обеспечивается только при наличии под клапаном кавитационной полости. Поэтому введено понятие предельного хода клапана дроссельной машины (для заданных конструктивных и режимных параметров).

Исследования показали, что существенное улучшение характеристик дроссельной машины двойного действия с дифференциальным поршнем может быть достигнуто только двумя способами:

- 1) введением в схему нижнего клапана, открывающего жидкости свободный выхлоп при прямом ходе бойка;
- 2) использованием кавитационного пузыря в качестве выхлопной камеры.

Первый способ связан с необходимостью введения в схему дополнительного клапана. Второй позволяет получить желаемый результат на основе наиболее простой исходной схемы. Поэтому следующей задачей было исследование связи показателей рабочего процесса дроссельной машины с ее конструктивными параметрами и возможности получения кавитационного пузыря необходимого объема. Установлено, что при постоянном расходе жидкости объем кавитационного пузыря зависит, главным образом, от сечения и длины канала в бойке, площади нижнего поршня и жесткости амортизатора. С увеличением расхода жидкости соответственно возрастает и объем кавитационного пузыря. Мощность и к.п.д. машины определяются в основном режимом ее работы и в меньшей степени - конструктивными параметрами. Отмечено, что наилучшая характеристика машины получается при условии, когда отношение площадей верхнего и нижнего поршней составляет 1:2. С увеличением хода клапана к.п.д. машины растет, а при увеличении расхода жидкости - несколько снижается.

На основании результатов экспериментов был спроектирован и изготовлен опытный образец дроссельной машины двойного действия, работа которой основана на использовании кавитационного пузыря как выхлопной камеры при рабочем ходе бойка. Стендовая

характеристика машины при расходе жидкости 200 л/мин была следующей: перепад в машине - 20 ат, энергия удара - 6 кгм, частота - 1200 уд/мин.

Возможность кавитационных явлений в машине отмечалась исследователями и ранее. Однако ее влияние на рабочий процесс детально не изучалось и для его улучшения не использовалось. Обычно кавитацию стремились лишь исключить, как явление безусловно вредное.

При работе машины в скважине объем кавитационной полости убывает по мере роста внешнего гидростатического давления, а вместе с этим уменьшается и предельный ход клапана. Чтобы машина имела заданную характеристику не только на стенде, но и в скважине на различной глубине, необходим определенный минимум кинетической энергии потока жидкости в канале бойка.

При заданном расходе жидкости это можно обеспечить подбором размеров канала. Задачи отработки конструктивных и регулировочных параметров машины решались путем исследований ее работы на забое скважины.

В четвертой главе описаны исследования работы дроссельной машины в скважинах. Осциллографирование рабочего процесса производилось на глубинах от 150 до 500 м. Вначале в скважине глубиной 150 м производилось осциллографирование скорости бойка дроссельной машины. Далее эксперименты были продолжены с одновременной записью трех параметров - скорости бойка и давления в обеих рабочих камерах машины. Глубина скважины составляла 505 м (Джевказганская ГРЭ).

Анализ осциллограмм показал, что, хотя с ростом глубины скважины уменьшается объем кавитационного пузыря, а, следовательно, и разгонный участок хода бойка, но одновременно увеличивается ускорение его движения. На глубине 500 м ускорение прямого хода бойка в 1,7-1,8 раз больше, чем на стенде при равных расходах жидкости. Причиной этого является нарушение гидростатического равновесия в скважине в результате кавитационного разрыва под клапаном машины. Разделенные кавитационным пузырем столбы жидкости в штангах и затрубном пространстве оказывают взаимно противоположное влияние на рабочий процесс. Вес столба жидкости в затрубном пространстве препятствует росту кавитаци-

онного пузыря. С другой стороны, к силе гидравлического удара над бойком добавляется вес столба жидкости в штангах и ускорение бойка увеличивается. Поэтому для получения заданной энергии удара в скважине требуется более короткий ход бойка, чем на стенде. Соответствующий объем кавитационного пузыря получен путем выбора длины и сечения канала бойка. Контрольные эксперименты после корректировки параметров выполнялись на скважинах глубиной 450-480 м в Лениногорской ГРЭ и Чатыркульской ГРП. На рис.2 приведена осциллограмма рабочего процесса дроссельной машины с отработанными параметрами (получившей марку Р-3М) и оптимальной регулировкой в скважине на глубине 470 м. Рабочий процесс машины стабилен при любом возможном увеличении расхода жидкости. Забойная характеристика ее приведена на рис.3. Эксплуатация машин Р-3М в Восточно-Казахстанском геологическом управлении (глубина скважин достигала 600 м) показала, что она во всех интервалах глубин производительнее серийной машины Г-3А.

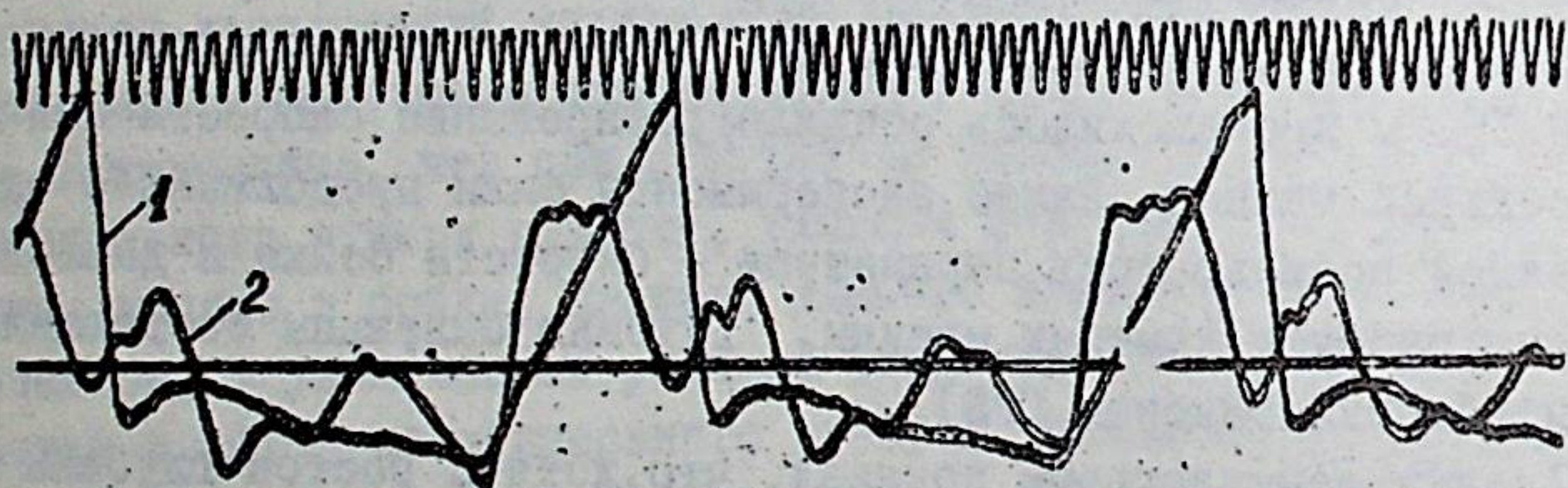


Рис.2. Характер цикла машины Р-3М в скважине глубиной 470 м при оптимальной регулировке.
1 - скорость бойка, 2 - давление над бойком.

Недостатком дроссельной машины, работа которой построена на использовании кавитации, является ухудшение характеристики с определенной глубины. Поэтому для бурения скважин большой глубины (до 1200-1500 м) желательна машина, отличающаяся независимостью рабочего процесса от глубины бурения.

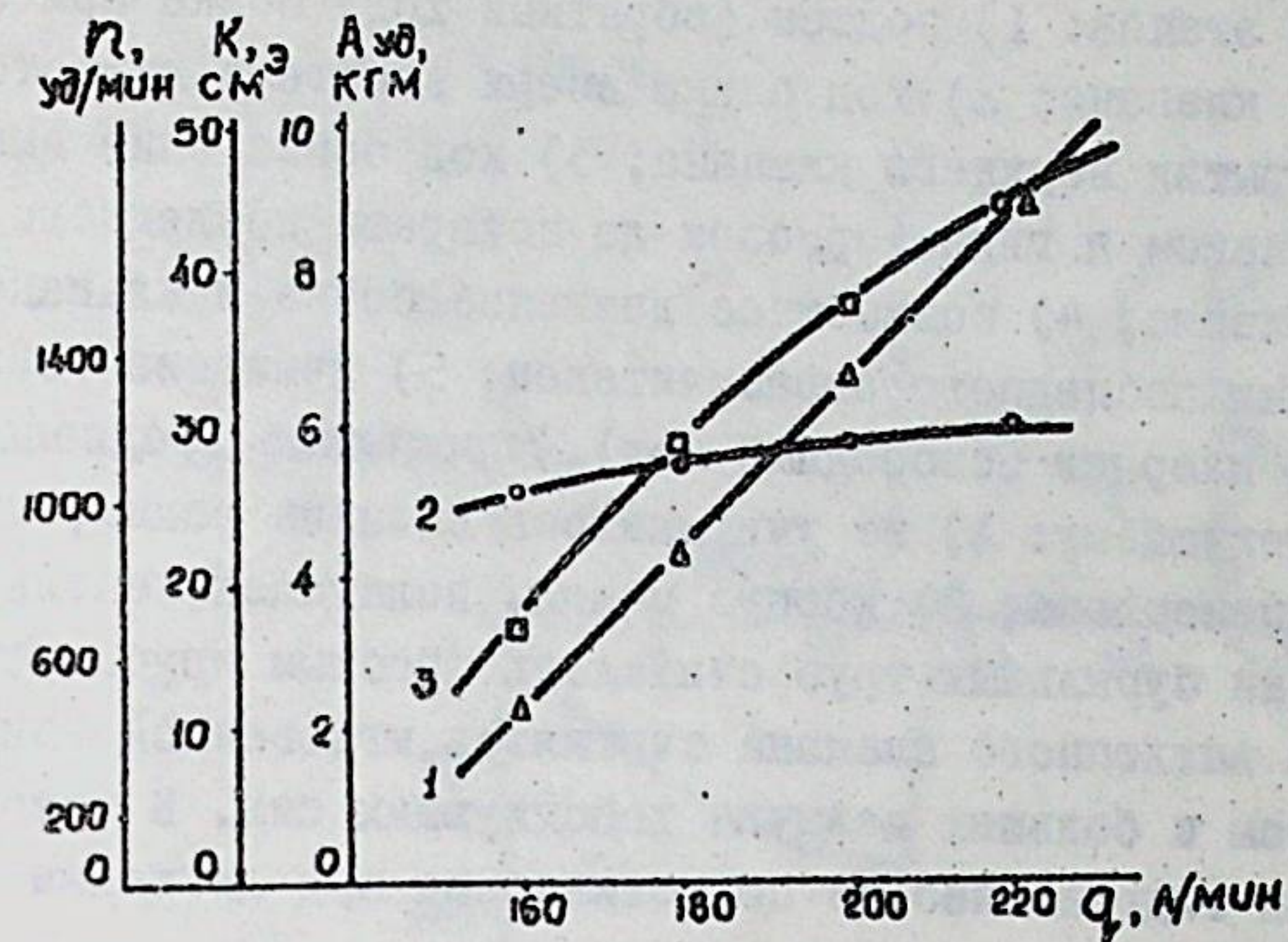


Рис.3. Забойная характеристика машины Р-3М.

1 - энергия удара; 2 - частота ударов; 3 - объем кавитационной полости.

Для этой цели в КазИМСе под руководством и при участии автора разработана глубинная двухклапанная машина двойного действия Р-3МГ. Принципы ее устройства были сформулированы на основе результатов исследований рабочего процесса дроссельной машины.

Различие между машинами Р-3М и Р-3МГ состоит в том, что в бойке последней размещен плоский тарельчатый клапан, подпружиненный снизу. Во время прямого хода бойка он обеспечивает свободный выхлоп жидкости из нижнего цилиндра, открывая выхлопные окна в бойке и одновременно защищает верхний клапан от удара потока жидкости, выходящего на выхлоп. При подъеме бойка клапан закрывает выхлопные окна, обеспечивая подачу жидкости в полость нижнего цилиндра.

Пятая глава работы посвящена исследованию и выбору параметров глубинной машины Р-3МГ, описанной выше. От других машин двойного действия она отличается характером движения ударной

массы и клапанных устройств. Особенности машины учтены в разработанной методике расчёта показателей цикла. Последний делится на пять этапов: 1) подъём (обратный ход) бойка при открытии верхнем клапане; 2) ход бойка вверх вместе с гидротормозом после закрытия верхнего клапана; 3) ход бойка вниз вместе с верхним клапаном и гидротормозом до возврата последнего в исходное положение; 4) совместное движение бойка и клапана вниз до отсечки последнего ограничителем; 5) движение бойка к наковальне по инерции (свободный ход). Упрощающие предположения сводятся к следующему: 1) не учитывалось влияние волны, отраженной от компенсатора; 2) корпус машины полагался неподвижным; 3) колонна бурильных труб считалась простым трубопроводом; 4) переброска выхлопного клапана считалась мгновенной ввиду малости его массы и больших величин действующих сил. В методике расчёта учтены гидравлические сопротивления при движении бойка.

В главе приведен расчёт машины Р-ЗМГ с заданными параметрами.

Для проверки расчётных данных и отработки машины проведены исследования её рабочего процесса на лабораторном стенде и на забое скважин глубиной 150, 280, 470 и 480 м с осциллографированием основных параметров. В ходе лабораторных исследований были отработаны узлы выхлопного клапана и гидротормозного устройства. Установлено, что применение гидротормоза положительно повлияло на характеристику машины, что подтверждает данные расчёта.

Скважинные эксперименты проводились на опытной вышке КазИМСа (г.Алма-Ата), в тематической партии техники разведки Восточно-Казахстанского ГУ (г.Усть-Каменогорск), Лениногорской геологоразведочной экспедиции (г.Лениногорск) и Чатыркульской геологоразведочной партии Южно-Казахстанского ГУ. Полученные при этом показатели цикла близки к расчётным. Характер изменения скорости бойка и давления в рабочих камерах машины в течение цикла также близок к расчётному (рис.4). Сопоставление данных испытаний машины на стенде и в скважине дало их полное количественное и качественное совпадение. Этот факт, а также сходимость экспериментальных данных с расчётными показывает, что глубина скважины не влияет на характер и показатели рабочего цикла машины Р-ЗМГ, зависящие только от расхода жидкости,

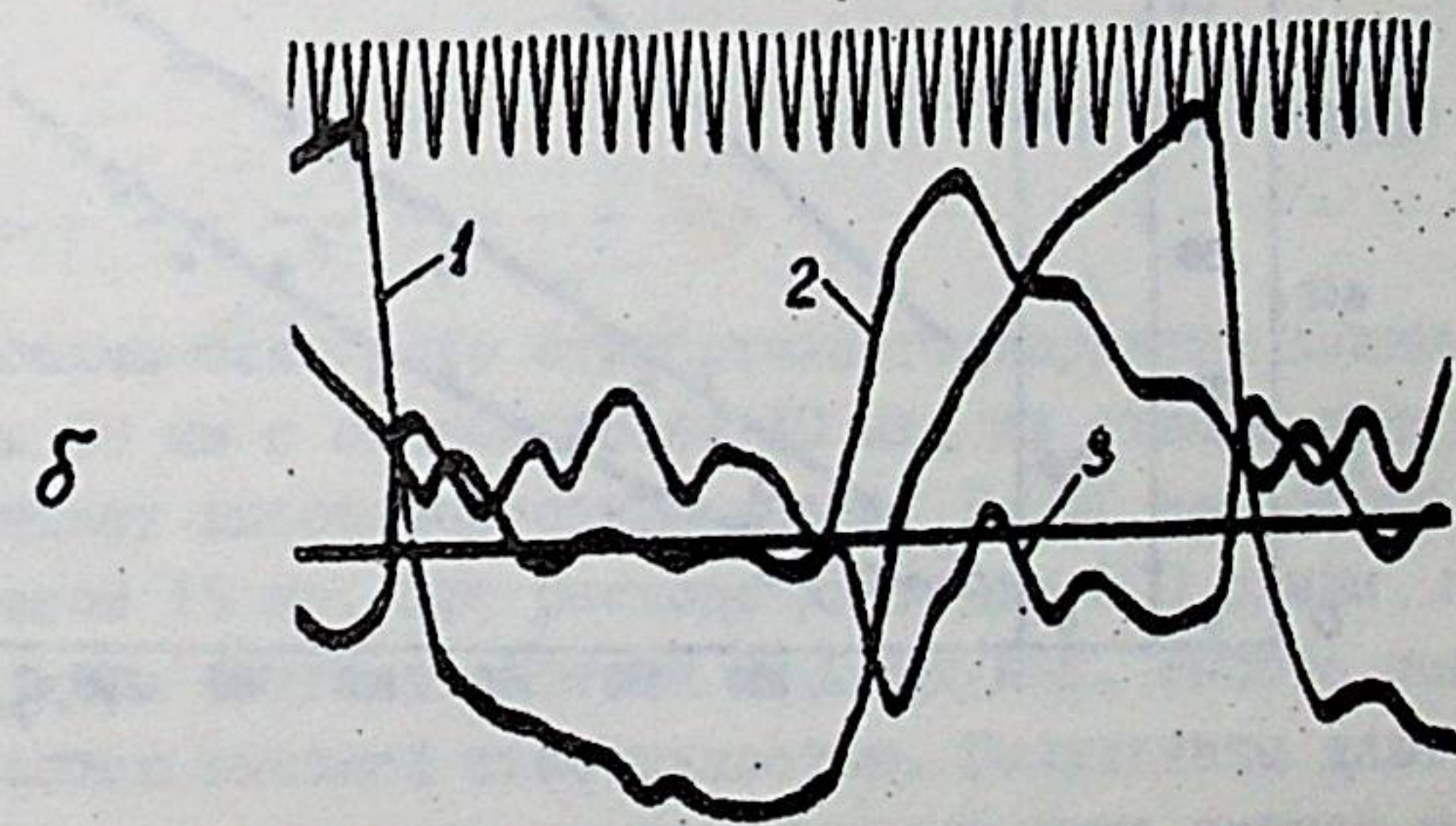
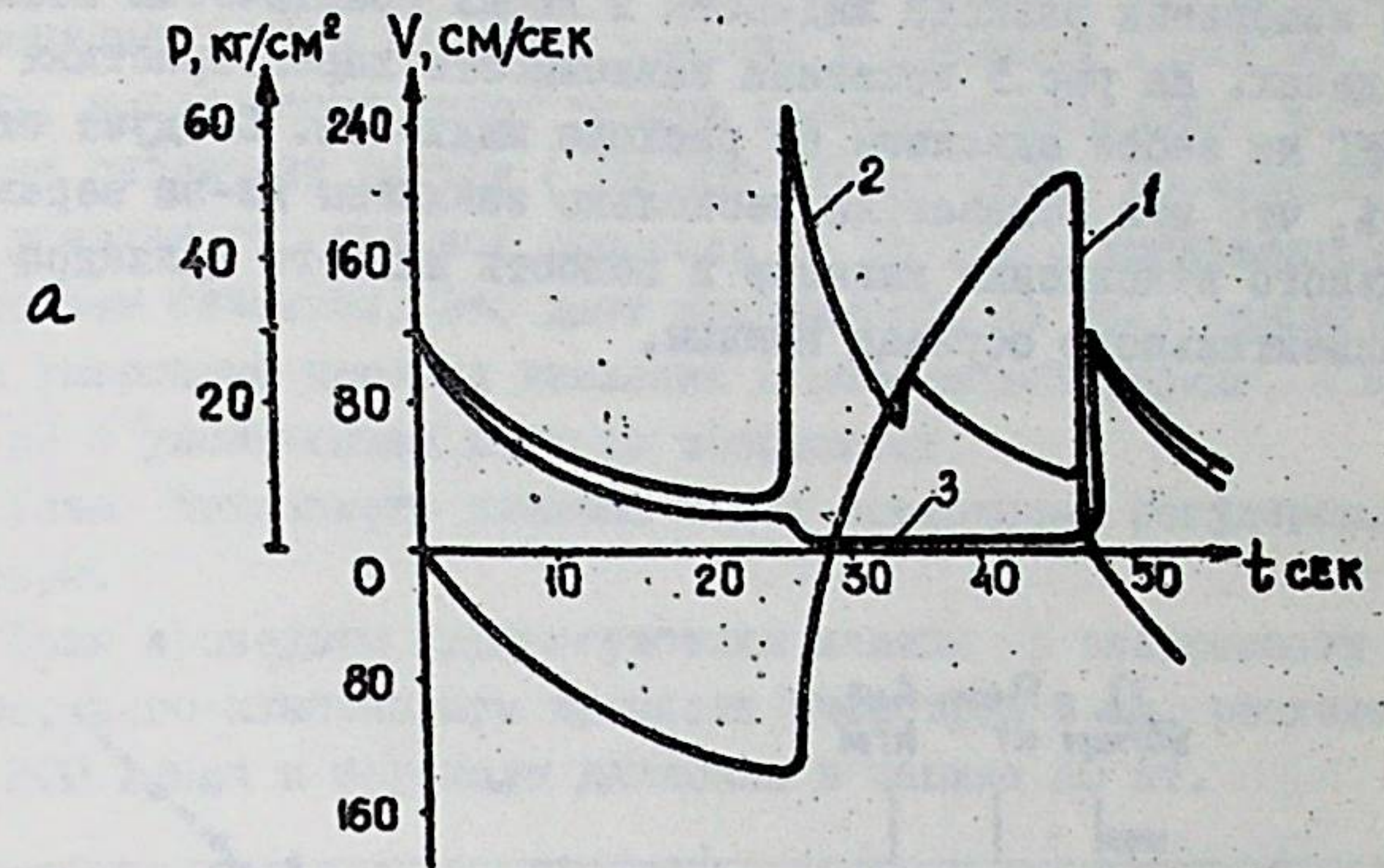


Рис.4. Расчётный (а) и экспериментальный (б) циклы машины Р-ЗМГ.
1- скорость бойка; 2 - давление в верхнем цилиндре;
3- давление в нижнем цилиндре.

и регулировки.

Отмечено, что машина устойчиво работает в ударном режиме при изменении расхода жидкости в любых практически возможных пределах. На рис.5 показана зависимость характеристики машины Р-ЗМГ на забое скважины от расхода жидкости. Следует отметить, что эти показатели несколько занижены из-за нерационального выполнения каналов в полость нижнего цилиндра у экспериментального образца машины.

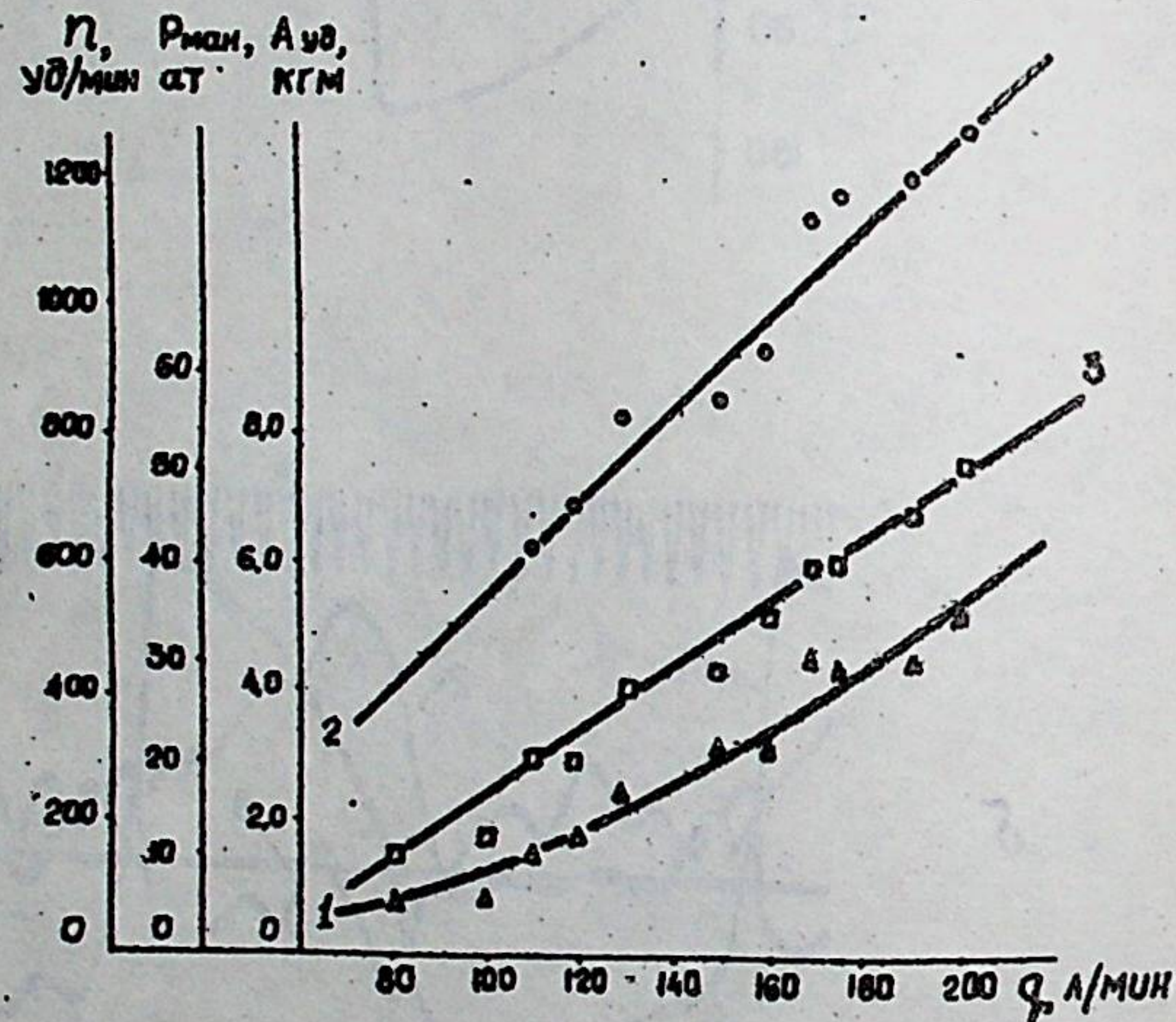


Рис.5. Забойная характеристика машины Р-ЗМГ
 1 - энергия удара, 2 - частота ударов,
 3 - давление на манометре.

В зависимости от условий бурения можно менять основные характеристики машины (энергию и частоту ударов). При ограниченной производительности насоса (200-220 л/мин), это достигается изменением хода верхнего клапана в пределах 15-25 мм. В тех случаях, когда насос имеет резерв производительности, регулировка на различный расход (150-300 л/мин) может производиться, кроме указанного, заменой дросселя на другой с уменьшенным или увеличенным сечением. Это дает возможность на всех режимах сохранить умеренный перепад давления в работающей машине, а мощность её с увеличением расхода возрастает.

Узел выхлопного клапана имеет постоянные регулировочные параметры.

Ниже приведены характеристики машины в зависимости от хода верхнего клапана при дросселе диаметром 8 мм, расходе жидкости 200 л/мин и перепаде давления в машине 20 ат.

Ход клапана, мм	Свободный ход, мм	Энергия удара, кгм	Частота, уд/мин
16	3	5,0	1700
18	3	6,5	1500
20	3	7,5	1300
25	3	9,0	1100

Помимо основного отработанного варианта машины Р-ЗМГ диаметром 89 мм с бойком весом 30 кг, на стенде испытан также опытный макет высокочастотной машины Р-ЗМГ диаметром 108 мм с бойком весом 15 кг. При расходе жидкости 200 л/мин получены энергия удара 6 кгм и частота 2400 уд/мин. Работа машины также отличается высокой стабильностью. Результаты дают основание считать, что на базе схемы Р-ЗМГ может быть создан малогабаритный высокочастотный гидроударник.

Скважины, в которых исследовалась работа машин Р-ЗМГ и Р-ЗМГ, имели угол наклона у забоя от 56 до 90°. Анализ осциллограмм показал, что изменение угла наклона скважины в указанных пределах не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на характер и показатели рабочего процесса машин.

Шестая глава содержит технико-экономические показатели бурения машинами Р-ЗМ и Р-ЗМГ. Эффективность разработанных машин проверялась в ходе производственных испытаний, преследовавших и цель конструктивной их доработки.

Испытания проводились начиная с 1962 г. в различных геологоразведочных партиях и экспедициях (Текелийской, Белоусовской, Лениногорской, Дзезказганской, Березовской и Чатыркульской) Министерства геологии КазССР.

С 1964 г. началось промышленное применение машин Р-ЗМ в Лениногорской ГРП, а с 1966 г. - машин Р-ЗМГ в Березовской ГРЭ и Белоусовской ГРП. С начала испытания по июнь 1966 г. машинами обоих типов пробурено более 10000 м скважин. В настоящее время бурение этими машинами продолжается.

Данные хронометражных наблюдений в сравнении с другими машинами приведены в табл. I.

Помимо высоких эксплуатационных показателей, машины Р-ЗМ и Р-ЗМГ обладают рядом других преимуществ. Они просты по конструкции и технологичны в изготовлении, легче, дешевле других применяемых машин.

Расчет экономической эффективности применения гидроударных машин Р-ЗМ и Р-ЗМГ составлен на основании данных Лениногорской ГРЭ в соответствии с "Методикой определения экономической эффективности новой геологоразведочной техники" (приказ 167 по 6. Государственному геологическому комитету СССР от 17 июня 1963 г.), разработанной ВИТРОМ и быв. ЦКБ.

Данные расчета, согласующиеся с практическими результатами, полученными в Лениногорской экспедиции, показывают, что экономия на 1 пог.м скважины при бурении машинами Р-ЗМ и Р-ЗМГ составляет 9 руб. по сравнению с дробевым способом и 2,9 руб. по сравнению с машиной Г-ЗА.

Таблица I

Показатели гидроударного бурения в Лениногорской и Дзезказганской геологоразведочных экспедициях

Интервал бурения, м	Марка гидроударника	Показатели по приведенным категориям		
		средняя механическая скорость бурения, м/час	средняя проходка на рейс, м	средне-рейсовая скорость бурения, м/час
0-400	ГМД-2 ^I	1,02	2,64	0,592
	Р-ЗМ ^I	1,55	3,28	0,862
	ГМД-2 ²	4,30	4,76	1,96
	Г-ЗА ²	2,98	4,05	1,43
	Р-ЗМГ ²	4,20	4,54	1,89
0-500	ГМД-2 ^I	1,05	2,54	0,562
	Р-ЗМ ^I	1,36	2,98	0,705
	ГМД-2 ²	3,85	4,61	1,60
	Г-ЗА ²	2,62	3,76	1,18
	Р-ЗМГ ²	3,94	4,42	1,62
0-600	ГМД-2 ^I	1,00	2,41	0,501
	Р-ЗМ ^I	1,22	2,44	0,541
	ГМД-2 ²	3,53	4,38	1,36
	Р-ЗМГ ²	3,77	4,54	1,45

Примечание: 1 - по данным испытаний гидроударников в Лениногорской ГРЭ.
 2 - по данным испытаний машин ГМД-2, Р-ЗМГ и Г-ЗА в Дзезказганской КГРЭ.
 3 - данные по Лениногорску приведены к IX категории, а по Дзезказгану - к УП.

Центральная научная
 БИБЛИОТЕКА
 Академии наук Киргизской ССР

328987

З а к л ю ч е н и е

Результаты работы, выводы и рекомендации сводятся к следующему.

1. Изучение существующих гидроударных машин показало, что они еще не полностью отвечают технологическим требованиям бурения по конструктивным признакам и, особенно, по рациональности рабочего процесса. Поэтому одним из резервов повышения эффективности и расширения области применения гидроударного бурения является усовершенствование существующих и разработка новых машин.

2. Для изучения рабочего процесса гидроударных машин на стенде и на забое скважин разработана и применена методика исследования с использованием электрических измерений основных параметров, которая может быть использована научно-исследовательскими и проектно-конструктивными организациями.

3. Впервые выполнено в большом объеме осциллографирование рабочего процесса гидроударных машин на забое скважин различной глубины (от 150 до 500 м) и с разными углами наклона (от 56 до 90°).

4. Впервые изучено влияние кавитационного разрыва жидкости под клапаном на рабочий процесс гидроударных машин. Выявлена и реализована возможность его использования для значительного улучшения характеристик дроссельной машины двойного действия.

5. Исследования дроссельной машины двойного действия показали, что рабочий процесс гидроударников в скважине происходит в существенно иных условиях, чем на стенде. Поэтому стендовые характеристики гидроударников могут значительно отличаться от их характеристик в реальных условиях эксплуатации.

6. На основании выполненных исследований разработаны и внедрены в производство гидроударные машины двойного действия Р-3М и Р-3МГ. Рабочий процесс и функции их конструктивных элементов существенно отличаются от таковых у других известных машин:

а) в одноклапанной дроссельной машине Р-3М для улучшения прямого хода использован выхлоп в кавитационный пузырь;

б) в двухклапанной машине Р-3МГ нижний клапан не только открывает выхлопные окна, но и защищает верхний клапан от ранней отсечки обратным потоком жидкости в канале бойка, выходящим на выхлоп.

7. В настоящее время на производстве работает более 30 машин Р-3М и Р-3МГ, которыми пробурено свыше 10000 м скважин. На основании полученных результатов их применения машины Р-3М и Р-3МГ рекомендуются для широкого внедрения в геологоразведочную практику.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. К вопросу о возможности и целесообразности ударно-вращательного бурения разведочных скважин. Труды КазИМСа, вып.2, 1960. Соавторы: О.П.Леонтьев, В.И.Таран.

2. Применение ударно-вращательного бурения - путь к повышению эффективности колонкового бурения разведочных скважин. Горнодобывающая промышленность Казахстана, № 3, 1960. Соавторы: О.П.Леонтьев, В.И.Таран.

3. Испытания гидроударников в Казахстане. Труды КазИМСа, вып.3, 1960. Соавтор В.И.Таран.

4. Новый беспружинный гидроударник двойного действия. Горнодобывающая промышленность Казахстана, № 5, 1961. Соавторы: М.И.Казанцев, О.П.Леонтьев, Л.Ю.Парц, Г.К.Рязанцев.

5. Новые беспружинные гидроударники двойного действия для бурения скважин. Сб. Опыт бурения гидроударниками в геологоразведочных организациях Казахстана. ЦИНТИ КазССР, 1963. Соавторы: А.С.Латыпов, О.П.Леонтьев, Г.К.Рязанцев.

6. Двухклапанный гидроударник двойного действия. Авторское свидетельство № 162474. Бюллетень изобретений № 10, 1964. Соавторы: М.И.Казанцев, А.С.Латыпов, О.П.Леонтьев, Л.Ю.Парц, Г.К.Рязанцев, В.И.Таран, Т.И.Чекаева.

7. Вопросы теории работы гидроударных машин двойного действия. Труды ИГД АН КазССР, т.17, 1965. Соавтор Т.И.Чекаева.

8. Гидроударник Р-3М. ОНТИ КазИМСа, 1965. Соавторы:
О.П.Леонтьев и др.

9. Вопросы организации и технологии гидроударного бурения. ОНТИ КазИМСа, 1965. Соавторы: О.П.Леонтьев и др.

10. Бурение гидроударниками Р-3М в Лениногорской ГРП. Сб. Опыт бурения гидроударниками в Казахстане. ЦИНТИ КазССР, 1966. Соавторы: Г.К.Рязанцев, Т.И.Чекаева.

11. Исследование работы гидроударных машин двойного действия. Известия высших учебных заведений, геология и разведка, № 2, 1967. Соавторы: О.П.Леонтьев, Т.И.Чекаева.

12. Некоторые результаты исследований гидроударников двойного действия. Сб. "Теория и практика ударно-вращательного бурения. Недрa, 1967. Соавторы: Г.К.Рязанцев, Т.И.Чекаева, Н.И.Строков.

Скобочкин Борис Евгеньевич

Сдано в производство 12.УІ.67. Подписано к печати 9.УІ.67.
Формат 60x84 Печ.л. 1,25 Тираж 200 УІ03832 Заказ 61
Отпечатано на роталпринте ОНТИ КазИМСа, Алма-Ата, К.Маркса 105