

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕГКИХ ДЛИННОХОДОВЫХ ЭЛЕКТРОСВЕРЛ ТИПА ЭДП-20

Н. С. КОЛОДЯЖНЫЙ, Л. Т. ДВОРНИКОВ

(Представлено кафедрой горных машин и рудничного транспорта)

Лабораторные и промышленные испытания опытных образцов легких длинноходовых электросверл и электросверл ЛДС-2 [1] показали, что на раме податчика этих электросверл может быть установлен более мощный вращатель, а усилие подачи может быть доведено до 500—600 кг, при этом вес сверла изменится лишь на величину увеличения веса электродвигателя и редуктора вращателя.

На основании этого кафедрой горных машин и рудничного транспорта Томского политехнического института в содружестве с СКБ Томского электромеханического завода было составлено техническое задание на создание опытной партии легких длинноходовых электросверл с увеличенной до 2 кВт мощностью двигателя.

В соответствии с заданием Томский электромеханический завод разработал проект и изготовил опытную партию (в количестве 5 шт) электросверл типа ЭДП-20. Техническая характеристика и общий вид приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

№№ п/п.	Наименование параметров	Величина
1	Номинальная получасовая мощность, <i>квт</i>	2,0
2	Номинальное напряжение, <i>вольт</i>	127
3	Частота тока, <i>герц</i>	50
4	Число оборотов электродвигателя, <i>об/мин</i>	2800
5	Число скоростей вращения шпинделя и скоростей подачи	2
6	Число оборотов шпинделя, <i>об/мин</i>	300/600
7	Скорость подачи, <i>мм/мин</i>	600/1200
8	Усилие подачи, <i>кг</i>	500
9	Рабочий ход инструмента, <i>мм</i>	2000
10	Длина хода механизма компенсации отхода, <i>мм</i>	990
11	Вес сверла с податчиком, <i>кг</i>	80
12	Вес вращателя, <i>кг</i>	39
13	Управление электродвигателем сверла	Дистанционное по пятижильной схеме, кабель ГРШС 3 × 2,5 + 2 × 1,5

Электросверла ЭДП-20 выполнены по принципиальной схеме сверл ЭДП-14 [10] с использованием их податчиков.

Лабораторные исследования электросверл ЭДП-20 проводились на универсальной установке для исследования машин вращательного действия [2].

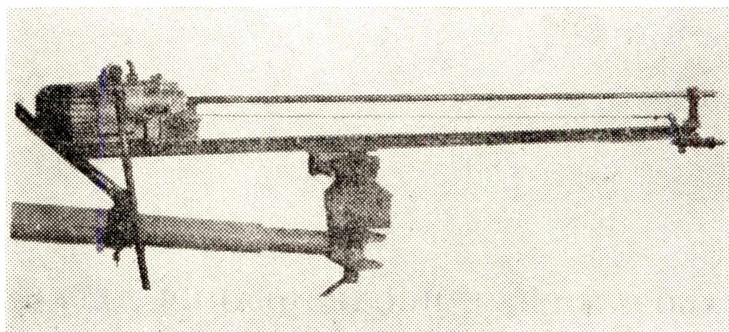


Рис. 1. Общий вид сверла ЭДП-20.

Испытания проводились с целью:

1. Выявления работоспособности следующих узлов сверла:
 - а) устройства переключения скоростей;
 - б) механизма подачи и фрикционной муфты;
 - в) распорного устройства;
 - г) вертлюга для установки сверла на манипулятор.
2. Определения фактических параметров сверла (усилия подачи, крутящего момента, мощности и к. п. д.) и выявления зависимостей:
 - а) мощности, потребляемой двигателем, от величины усилия подачи сверла и крутящего момента на буре;
 - б) к. п. д. сверла от величины крутящего момента на буре и усилия подачи.

1. Выявление работоспособности отдельных узлов сверла

а) Устройство для переключения скоростей

Устройство для переключения скоростей состоит (рис. 2) из пальчиковой муфты 8, шестерен 5 и 7 и переключающей вилки с рукояткой 9.

Муфта 8 может быть зафиксирована в трех положениях: I скорость — при соединении с шестерней 5, II скорость — при соединении с шестерней 7 и нейтральное положение.

Испытание устройства для переключения скоростей осуществлялось путем многократного включения и выключения I и II скоростей.

Для проверки муфты под нагрузкой на буре сверла создавались различные крутящие моменты, до «опрокидывания» электродвигателя. Опыты проводились как на I, так и на II скорости.

После 100—150 включений резко ухудшалась работа механизма переключения. При разборке сверл было выявлено, что заедание муфты происходило из-за деформации кромки шпоночной канавки шпинделя и пальчиковой муфты, так как они не были термически обработаны, а площадь их контакта со шпонкой недостаточна для передачи момента, возникающего в процессе работы сверла. Устранение этого недостатка может быть достигнуто путем закалки пальчиковых муфт и шпинделей, а также увеличением площади контакта между ними.

Увеличение площади контакта может быть достигнуто шлицевым соединением пальчиковой муфты со шпинделем сверла.

Рукоятки механизмов переключения скоростей, изготовленные из пластмассы, имеют недостаточную прочность и должны быть заменены металлическими.

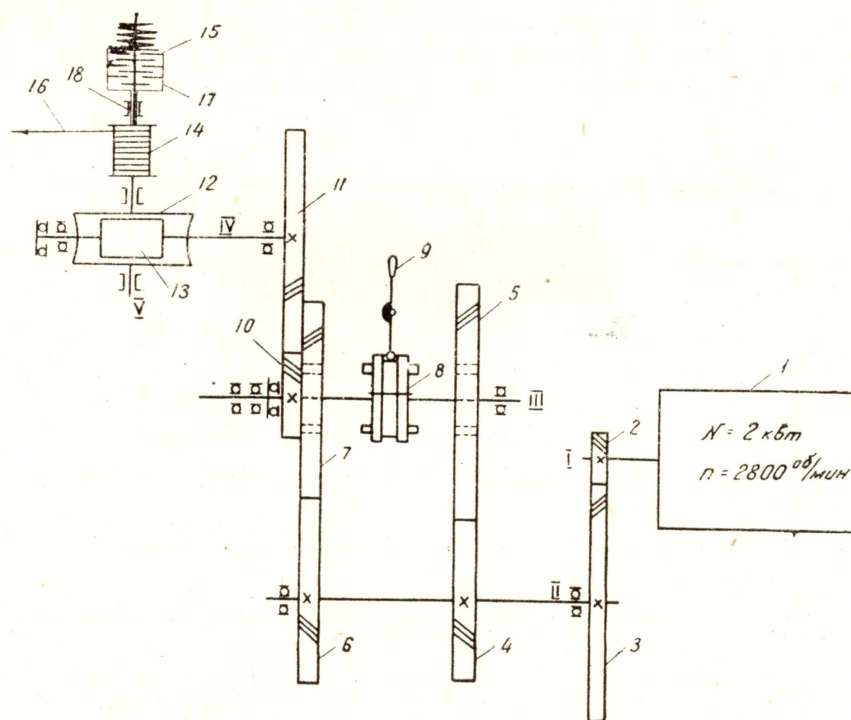


Рис. 2. Кинематическая схема вращателя сверла ЭДП-20.

б) Механизм подачи

Механизм подачи инструмента на забой — канатная лебедка с приводом от электродвигателя сверла (рис. 2) состоит из барабана 14, каната 16 и фрикционной муфты 15.

Испытание механизма подачи ставило своей целью выявление работоспособности отдельных элементов при создании различных усилий подачи. Для этого с помощью фрикционной муфты задавались различные усилия подачи и при достижении их предельной величины велись наблюдения за характером пробуксовывания дисков. Усилия подачи в процессе опытов определялись по показаниям манометров в цепи гидроцилиндров испытательной установки, а для контроля по динамометру, включенному в рассечку подающего канатика.

Мощность, идущая на создание этих усилий подачи, фиксировалась самопишущим ваттметром типа Н-379.

Испытания механизма подачи при различных усилиях и скоростях подачи показали, что пробуксовывание дисков фрикционной муфты при усилиях подачи 500 кг и более происходит скачкообразно со значительным колебанием усилия подачи (200—250 кг) и потребляемой мощности (рис. 3, а). Это вызвано некачественной обработкой поверхностей, значительным отклонением по толщине и короблением фрикционных дисков.

Если учесть, что в процессе бурения одновременно с изменением усилий подачи неизбежно изменение момента резания, то становится ясным, что колебания потребляемой мощности будут еще более значительны.

При подборе качественно изготовленных дисков пробуксовывание происходит более равномерно с меньшими перепадами усилий подачи и потребляемой мощности.

На рис. 3,б приведены диаграммы записи потребляемой мощности при бурении известняка с коэффициентом крепости $f=4$ с различным усилием подачи и различными скоростями вращения бура. Из диаграмм видно, что даже при незначительных усилиях подачи колебания мощности при пробуксовывании дисков доходят до 1 кВт. Такая работа фрикционной муфты не соответствует техническим требованиям.

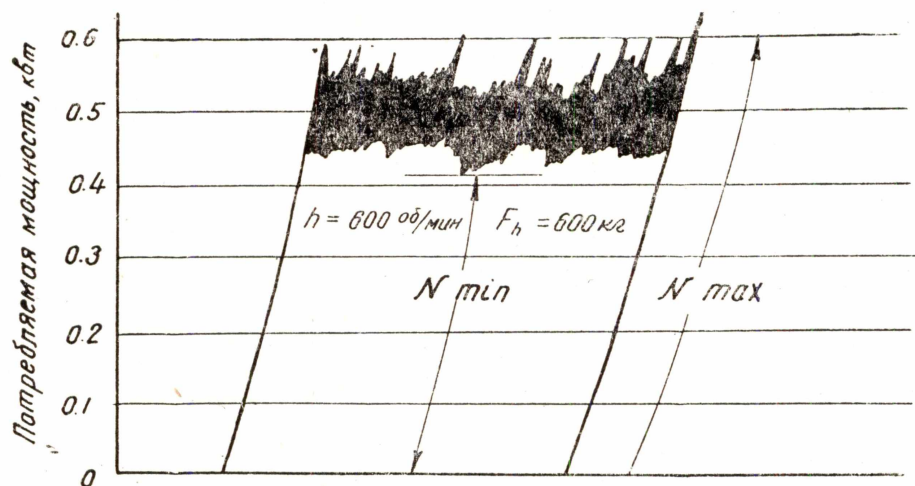


Рис. 3а. Диаграмма изменения потребляемой мощности при работе с пробуксовыванием дисков без крутящего момента на буре.

Испытание фрикционной муфты с дисками, имеющими полированные поверхности трения, показали, что колебания усилий подачи значительно снижаются, а следовательно, снижаются и колебания мощности.

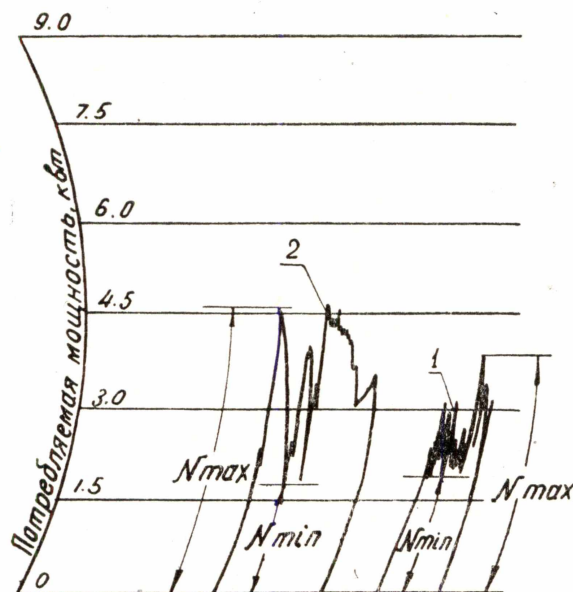


Рис. 3б. Диаграмма изменения потребляемой мощности при работе с пробуксовыванием дисков при бурении известняка.

При усилиях подачи до 400 кг изменение усилий подачи при пробуксовывании дисков не превышает 50 кг.

При полированных дисках величину жесткости пружины, сжимающей диски, необходимо увеличить, так как коэффициент трения дисков значительно уменьшается. Чрезмерное увеличение числа дисков в муфте ведет к непропорциональному увеличению передаваемого крутящего момента, а следовательно, и усилия подачи. Коэффициент использования дисков снижается, значительно ухудшается управление фрикционной муфтой и затрудняется обслуживание сверла — отвод назад после окончания бурения. Поэтому легкие длинноходовые электросверла, с ручным возвратом

вращателя назад, должны иметь фрикционные муфты с количеством дисков, не превышающим 16 шт. [8, 9].

в) Выключатель сверла

В процессе испытаний выключатель сверла работал безотказно. Пластмассовая рукоятка выключателя имеет недостаточную прочность и должна быть заменена металлической с гумированием поверхности.

г) Распорное устройство

Экспериментальное бурение в лаборатории, а также результаты шахтных испытаний сверл ЭДП-14 показали, что распорное устройство податчиков сверл ЭДП-20 и ЭДП-14 имеет ряд достоинств, к которым необходимо отнести возможность создания дополнительного распора податчика по мере увеличения усилия на подающем канатике и снятие распора при освобождении подающего канатика от усилий подачи.

Наряду с этим, податчик сверла имеет недостатки, основным из которых является значительное расстояние от оси пики до оси бура. Это вызывает большой крутящий момент вокруг пики, особенно в момент забуривания, а при бурении нижних шпуров забоя требует значительной подчистки породы. Поэтому необходимо максимально возможно приблизить распорную пику к буру сверла.

д) Вертлюг сверла

Для установки сверла на манипулятор погрузочной машины служит специальный вертлюг, изготовленный вместе с податчиком сверл ЭДП-14 и ЭДП-20. Основным недостатком этого вертлюга является отсутствие механизма фиксации положения сверла в вертикальной плоскости. Это значительно затрудняет распор податчика, особенно при бурении верхних шпуров, и ведет к увеличению времени вспомогательных операций.

2. Определение фактических параметров сверл

Для выявления фактических параметров электросверл необходимо знать технические характеристики их электродвигателей. Испытания электродвигателей сверл № 1 и 5 были проведены в лаборатории завода «Сибэлектромотор» в г. Томске.

Исследования электросверл с целью выявления их фактических параметров проводились по единой методике для машин вращательного действия [2].

Результаты исследований механизма вращения приведены на рис. 4.

Из этих данных следует, что сверла ЭДП-20 при номинальной мощности электродвигателя развивают крутящий момент на буре 4,2—4,6 кгм при работе на I скорости и 1,5—1,8 кгм при работе на II скорости.

Максимальное значение к. п. д. механизма вращения достигает 0,6—0,62 при расчетном 0,7, т. е. сверла имеют к. п. д. на 8—10% ниже расчетного.

Результаты исследования механизма подачи, приведенные на рис. 5, показывают, что для создания номинальной величины усилия подачи потребляется мощность при работе на I скорости 0,66—0,73 квт, что соответствует мощности на валу двигателя 0,47—0,5 квт, а при работе на II скорости соответственно 0,92—0,96 и 0,68—0,7. Максимальное значение к. п. д. механизма подачи составляет 10—11%.

Из данных рис. 4 а и 5 а следует, что при номинальном усилии по-

дачи 500 кг и номинальной мощности, сверла могут развивать крутящие моменты 2,4—3 кгм на I скорости и 1,0—1,2 кгм на II скорости.

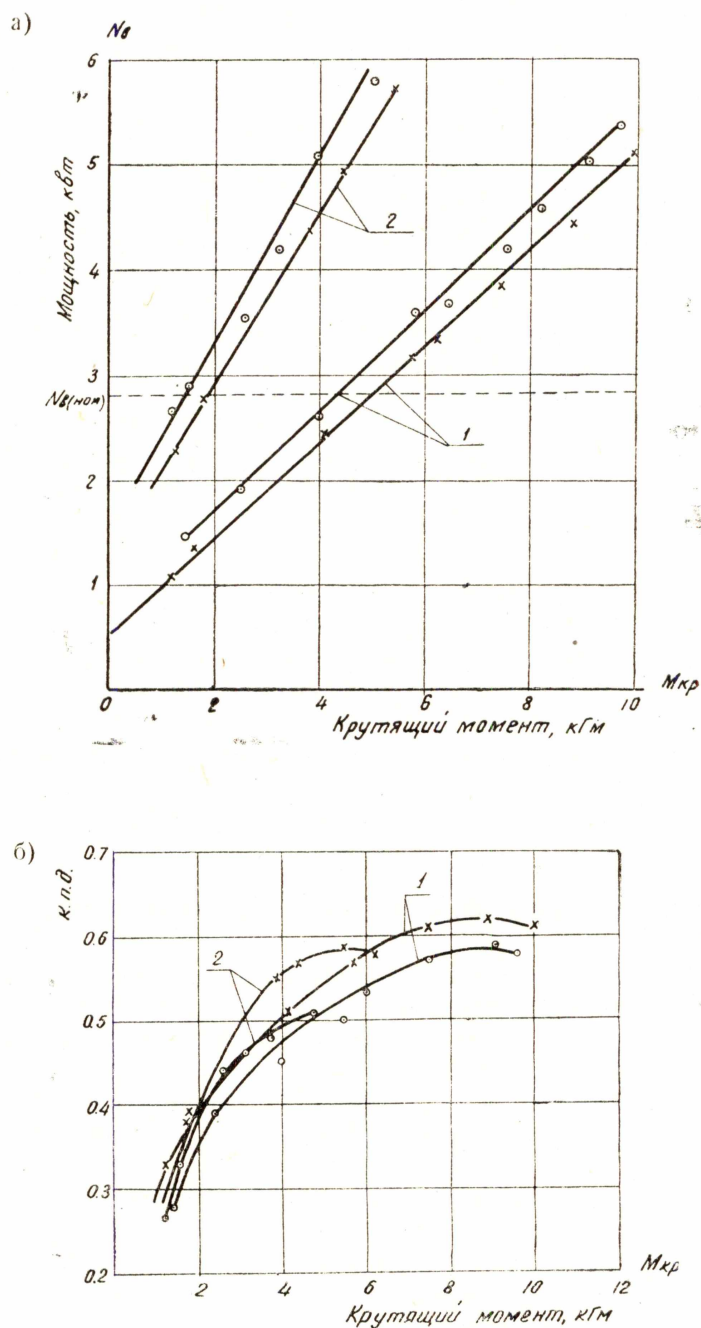


Рис. 4. Зависимость потребляемой мощности (а) и к. п. д. (б) от крутящего момента на буре:
 ×—сверло № 1; ○—сверло № 2; 1— $n_{\delta}=300$ об/мин; 2— $n_{\delta}=600$ об/мин.

Если учесть, что номинальная мощность электросверла определялась по часовому режиму, а период бурения шпура составляет 1,5—4 минуты, работу электродвигателя с перегрузкой на 60—80% можно считать вполне допустимой. При перегрузке электродвигателя на 60% сверло при номинальной величине усилия подачи будет развивать на

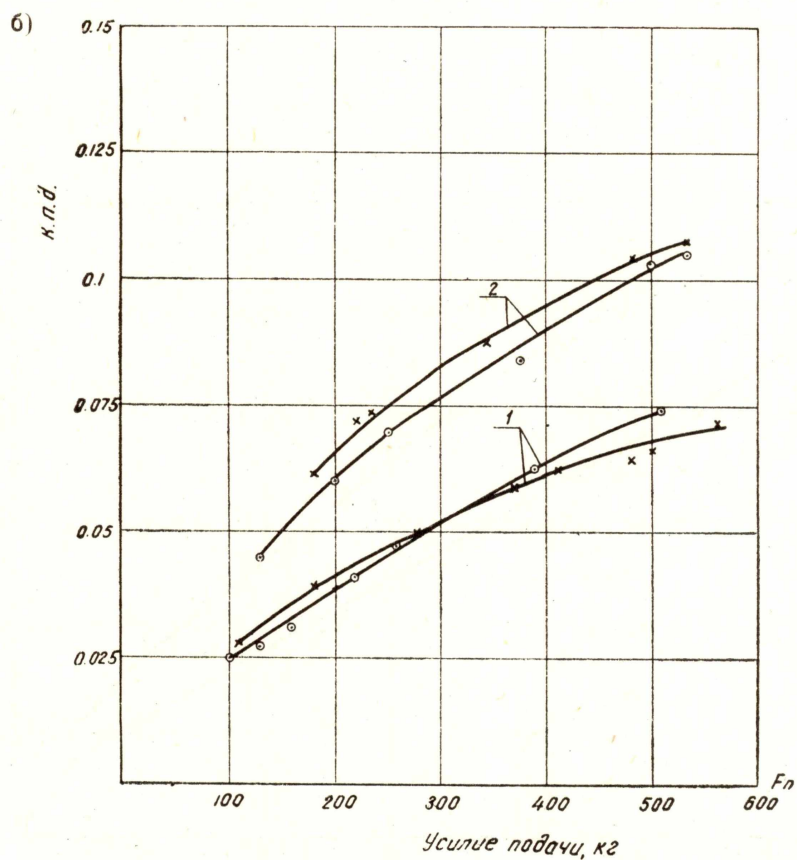
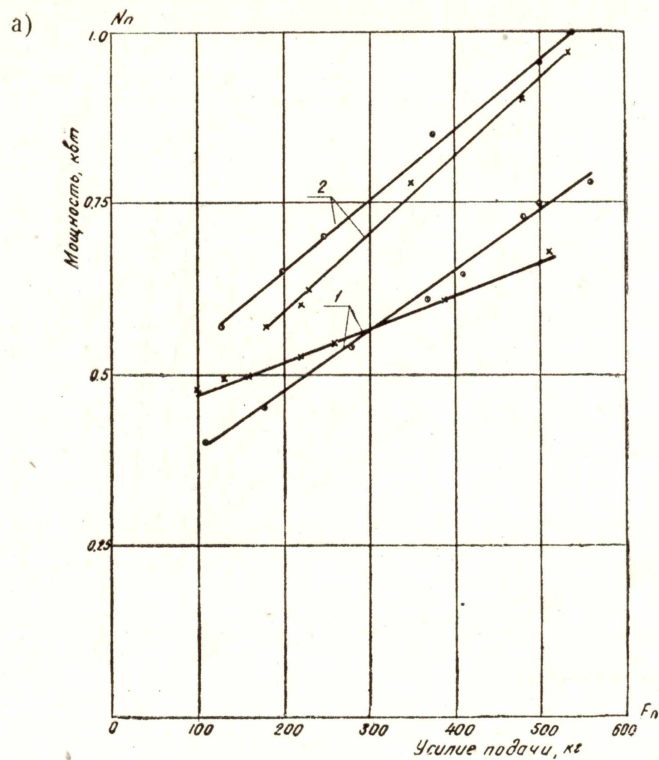


Рис. 5. Зависимость потребляемой мощности (а) и к. п. д. (б) от усилия подачи на подающем канатике:
 ×—сверло № 1; ○—сверло № 2; 1—скорость подачи 600 мм/мин; 2—скорость подачи 1200 мм/мин.

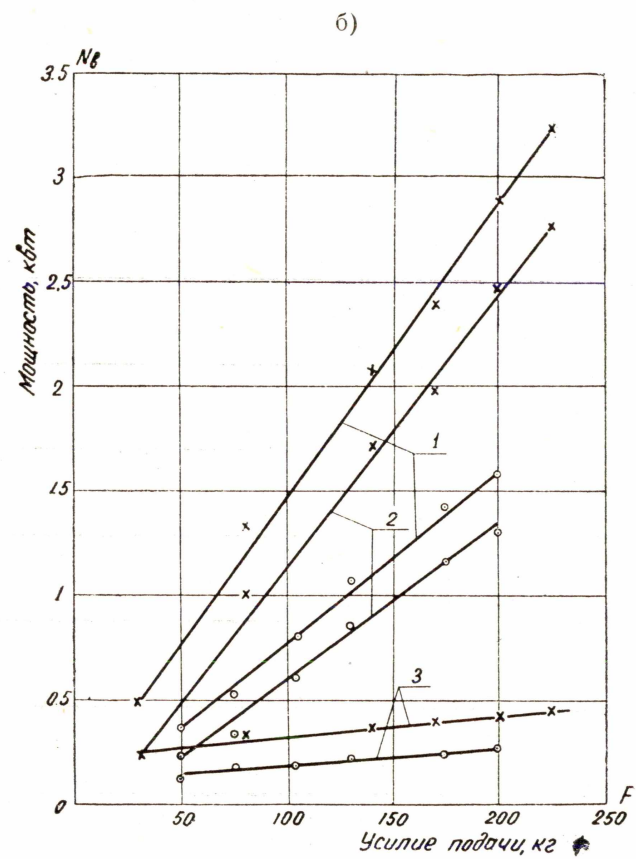
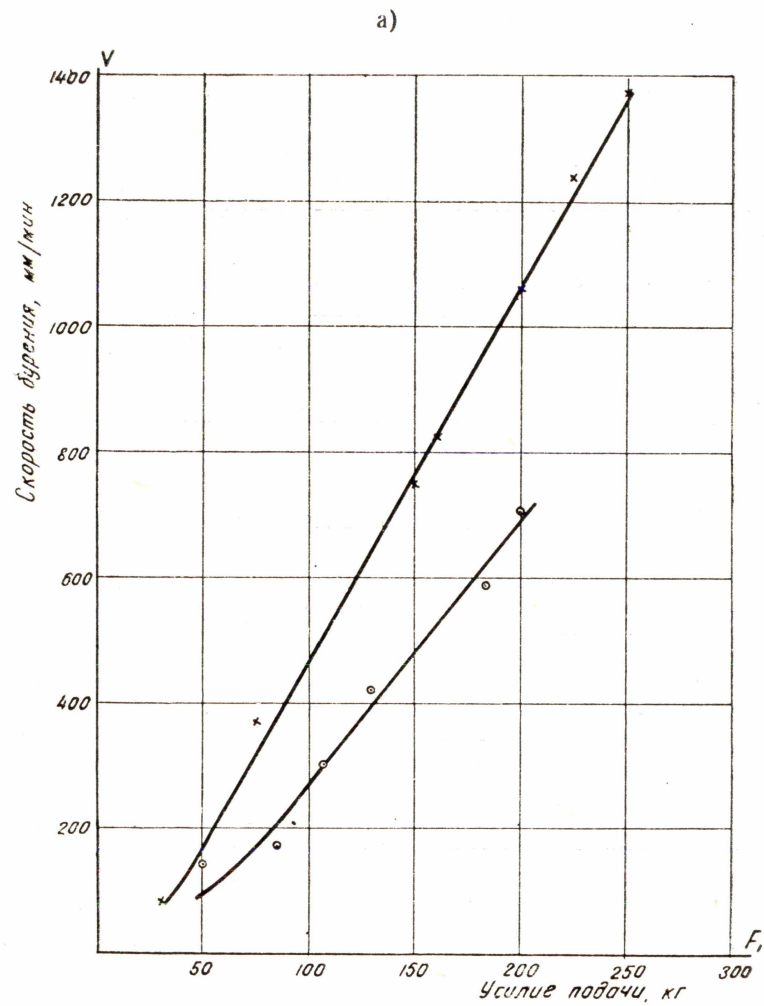


Рис. 6. Зависимость скорости бурения (а) и потребляемой мощности (б) от усилия подачи при бурении известняка ($f=4$): $\odot$ — $n_{\sigma}=300$ об/мин; $\times$ — $n_{\sigma}=600$ об/мин; 1 — $N_{\text{общ}}=f_1(F_n)$ $N_{\text{общ}}$ — общая мощность на валу двигателя; 2 — $N_{\text{вр}}=f_2(F_n)$, $N_{\text{вр}}$ — мощность на вращение бура; 3 — $N_{\text{п}}=f_3(F_n)$, $N_{\text{п}}$ — мощность на подачу.

буре крутящий момент 6—7 кгм на I скорости и 2,3—2,8 кгм на II скорости.

Учитывая рекомендации по режимам бурения ряда исследователей [3, 4, 5, 6, 7], можно сделать выводы, что параметры сверл ЭДП-20 при работе с перегрузкой электродвигателя на 50—60% вполне обеспечат заданные скорости бурения в породах, предусмотренных техническим заданием на проектирование.

Результаты экспериментального бурения известняка ($f = 4$) при различных скоростях вращения шпинделя и различных усилиях подачи показаны на рис. 6.

Выводы

1. На основании проведенных исследований можно предполагать, что электросверла ЭДП-20 обеспечат при бурении пород с коэффициентом крепости $f = 4—5$ — скорость бурения 1200 мм/мин, с коэффициентом крепости $f = 6—8$ — 600 мм/мин.

2. Податчики сверл ЭДП-14 обеспечивают нормальную работу в комплекте с вращателем ЭДП-20 при усилиях подачи более 600 кг.

3. Новая конструкция выключателей для дистанционного управления, примененная в сверлах ЭДП-20, вполне работоспособна и надежна в эксплуатации.

4. Проведенные лабораторные испытания вскрыли ряд конструктивных недостатков сверл. Это позволило заводу устранить их до проведения промышленных испытаний в условиях шахт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов И. Г., Колодяжный Н. С., Погорелов В. И., Некоторые результаты производственных испытаний легких длинноходовых электросверл. Известия ТПИ, т. 108, Свердловск, 1959.

2. Алимов О. Д., Дворников Л. Т., Колодяжный Н. С., Универсальная установка для исследования бурильных машин вращательного действия. Известия вузов, Горный журнал, № 8, Свердловск, 1962.

3. Алимов О. Д., Исследование процессов разрушения горных пород при бурении шпуров. Издательство Томского университета, 1960.

4. Бучнев В. К., Теория бурения шпуров. Энциклопедический справочник, «Горное дело», т. 5, Углетехиздат, 1958.

5. Имас А. Д., Азарх В. Л., Определение режимов бурения горных пород. ЦИТИ. Углетехиздат, 1952.

6. Михайлов В. Г., Сверление шпуров. Металлургиздат, 1957.

7. Покровский Г. Н., Выбор оптимального режима при вращательном бурении шпуров электросверлами с гидравлической подачей инструмента. Труды ЗСФ АН СССР, вып. 19, 1957.

8. Чернавский С. А., Ицкович Г. М., Киселев В. А. и др., Проектирование механических передач. Машгиз, 1959.

9. Тэпинкичиев В. К., Предельные устройства от перегрузки станков. Машгиз, Киев, 1957.

10. Шохор Н. И., Совершенствование бурильного оборудования и вентиляторов местного проветривания. Горные машины и автоматика, ЦИТИ угля, № 5—6, 1961.