

6  
А-52

АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР  
СОВЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМУ ДЕЛУ ОБЪЕДИНЕННОГО  
СОВЕТА ПО ТЕХНИЧЕСКИМ И ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ

На правах рукописи

Горный инженер ВЕТРОВ Д. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
УСТАНОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПЕРФОРАТОРА  
МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

(на примере Лениногорского ордена Трудового Красного  
Знамени полиметаллического комбината)

Специальность 05.05.06. Горные машины

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Фрунзе 1973

АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР

СОВЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМУ ДЕЛУ ОБЪЕДИНЕННОГО СОВЕТА  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ И ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ

На правах рукописи

Горный инженер Ветров Д.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
УСТАНОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПЕРФОРАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

( на примере Лениногорского ордена Трудового  
Красного Знамени полиметаллического комбината)

Специальность 05.05.06. Горные машины

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Фрунзе - 1973 г.

## А Н Н О Т А Ц И Я

В диссертации исследуются установочные устройства перфоратора для условий проведения подземных горизонтальных горных выработок при скреперной уборке горной массы.

Из ряда известных и предложенных автором комплексов проходческого оборудования выбран по обоснованным критериям оценки наиболее эффективный для исследуемых условий. Он состоит из навесного уравновешенного пружиной стреловидного манипулятора, длинноходового податчика и перфоратора малой мощности, которые на период доставки оборудования в забой и бурения устанавливаются на рудничный скрепер специальной конструкции.

Скреперные проходческие комплексы, разработанные в результате исследования, применяются на рудниках Лениногорского полиметаллического комбината и других горных предприятиях.

Директивами XXIV съезда КПСС поставлены задачи по дальнейшему развитию горнодобывающей промышленности. В общем объеме добычи руды более половины составляют подземные разработки, связанные с проведением горных выработок преимущественно буроварывным способом.

Решению теоретических и практических задач создания высокопроизводительных самоходных и передвижных установок для бурения шуров, при работе которых бурильщик освобождается от ручного труда по переноске оборудования и от влияния вибрации при бурении, посвящено большое количество исследований в СССР и за рубежом. В результате разработан ряд типов и типоразмеров мощных бурильных установок.

Однако наибольшее внимание научно-исследовательских институтов и заводов горного оборудования до последнего времени было сосредоточено на создании буровых кареток для проведения выработок откаточных горизонтов подземных рудников, туннелей и камер большого сечения.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Горногеологические условия и системы разработки многих месторождений определяют проведение выработок малого сечения ( $3-5 \text{ м}^2$ ) и протяженности (20-100м), расположенных на отметках, не совпадающих с уровнем откаточных горизонтов подземных рудников. В этих условиях ограничен выбор средств механизации. Для уборки горной массы при проведении таких выработок применяются скреперные установки, а технология бурения шуров не отвечает современным требованиям не только по гигиеническим условиям труда, но и по уровню трудоемкости.

Трудность применения передвижных и самоходных бурильных установок при скреперной уборке горной массы состоит в том,

что скрепер, занимая ограниченное поперечное сечение выработки, препятствует разминовке с буровой кареткой. Замена одного технологического оборудования другим может быть осуществлена при проведении дополнительных выработок или использовании специальных бурильных установок.

**ЦЕЛЬ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ** состоит в проведении теоретических, технико-экономических и экспериментальных исследований для разработки и выбора оптимальной конструкции установочного устройства перфоратора малой мощности применительно к условиям проведения горизонтальных выработок при скреперной уборке горной массы.

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ** включает :

- технико-экономическое исследование различных технологических схем комплексной механизации проведения горизонтальных выработок при скреперной уборке горной массы;
- теоретическое и экспериментальное исследование кинематических схем манипуляторов, уравновешенных пружиной;
- конструкторскую разработку комплекса проходческого оборудования;
- сравнительный анализ технико-экономических показателей промышленных испытаний скреперных проходческих комплексов с базовым оборудованием.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА** работы заключается в том, что обосновано применение нового комплекса проходческого оборудования для проведения горизонтальных выработок при скреперной уборке горной массы, эффективность которого подтверждена широким использованием в производственных условиях. Исследованием уравнове-

шенных пружиной стреловидных манипуляторов установлено, что они могут применяться в качестве навесных съемных с небольшими затратами времени на подготовительно-заключительные и вспомогательные операции бурения.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОЛЕЗНОСТЬ.** По результатам теоретических и экспериментальных исследований разработаны скреперные проходческие комплексы СПК-1-600, СПК-2-700 и СПК-2-900, состоящие из скреперов весом 600, 700 и 900 кг с одним и двумя навесными манипуляторами и длинноходовыми податчиками перфоратора ПР-24ЛУ (ПР-25Л). Применение указанных устройств на рудниках Лениногорского полиметаллического комбината позволило увеличить производительность труда при проведении горизонтальных выработок на 20-25%, снизить затраты физических усилий проходчика и влияние вибрации на организм рабочего при бурении.

Навесные уравновешенные манипуляторы и длинноходовые податчики ПШЛ-3М могут применяться также для установки перфораторов на буровых каретках и ковшевых погрузочных машинах при небольших затратах времени на монтаж-демонтаж бурильного оборудования.

**РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ.** Лениногорским полиметаллическим комбинатом изготовлено 85 скреперных проходческих комплексов. Объем их применения ежегодно возрастает. В 1972г. пройдено 18 тыс. м<sup>3</sup> выработок. На других горных предприятиях применяются отдельные образцы этого вида проходческого оборудования.

На основе уравновешенных манипуляторов и длинноходовых податчиков ПШЛ-3М разработаны буровые каретки БКЛ-4. На Лениногорском комбинате изготовлено 25 кареток и все выработки откаточных горизонтов четырех подземных рудников проходятся с их применением.

На ряде предприятий (Кайдармакский рудный комбинат Кыргызской

ССР и др.) уравновешенные манипуляторы с податчиками применяются в качестве навесных на погрузочных машинах ППН-ИС. На руднике им.40-летия ВЛКСМ работает проходческий комплекс, включающий погрузочную машину ПНБ-3К с четырьмя единицами навесного бурильного оборудования.

Рабочие чертежи установочных устройств с привязкой к опорным платформам различных типов переданы по запросам более сорока предприятиям и организациям.

Скреперный проходческий комплекс СПК-1-600 и буровая каретка БКЛ-4 экспонируются в павильоне "Металлургия" ВДНХ СССР.

Лениногорский полиметаллический комбинат, на примере которого выполнена работа, является предприятием с законченным циклом добычи и переработки полиметаллической руды. В состав комбината входят четыре подземных рудника, обогатительная фабрика, свинцовый и цинковый заводы и двенадцать вспомогательных цехов.

Риддер-Сокольное месторождение включает несколько промышленных залежей, состоящих из отдельных рудных тел, которые на уровне откаточных горизонтов вскрыты разветвленной сетью квершлагов и штреков.

Применяются преимущественно системы разработки с отбойкой руды скважинами (98%), в том числе этажным и подэтажным обрушением - 70%, камерная с закладкой - 30%.

Горногеологические условия и системы разработки обусловили применение подготовительных выработок малого сечения. Более 50% выработок располагается на отметках, не совпадающих с уровнем откаточных горизонтов, а преимущественное сечение составляет 3-4 м<sup>2</sup>.

Все выработки, образующие горизонт доставки руды, прохо-

дятся с использованием скреперных установок для уборки горной массы. Для бурения шпуров применяют перфораторы ПР-24ЛУ с податчиками Ш-3, которые устанавливаются на распорных колонках ВК-80. Применяются и ручные перфораторы с пневмоподдержками.

За последнее десятилетие (1960-1970гг) производительность труда забойного рабочего при выпуске и доставке руды на рудниках комбината возросла в 1,8 раза, на бурении взрывных скважин - в 3 раза, а при проведении выработок - только в 1,5 раза.

В цикле проходки горных выработок наибольшие трудозатраты связаны с процессом бурения шпуров, в котором подготовительно-заключительные и вспомогательные операции составляют 40-60%. При использовании ручных перфораторов с пневматическими поддерживающими колонками в результате значительного воздействия вибрации не удовлетворяются санитарно-гигиенические нормы.

В условиях проведения выработок откаточных горизонтов как в СССР, так и за рубежом получили распространение механизированные манипуляторы и длинноходовые податчики, устанавливаемые на буровых каретках и буропогрузочных агрегатах. При этом производительность бурильщика повышается в 1,5-3 раза в сравнении с ручными перфораторами и исключается вредное воздействие вибрации на организм рабочего.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ диссертации выполнен обзор средств и способов проведения горизонтальных выработок. Установлено, что при использовании скреперов для уборки горной массы менее всего изучен вопрос выбора опорных платформ для механизированных манипуляторов с податчиками. В связи с этим поставлена задача технико-экономического анализа известных и разработки новых вариантов опорных платформ и исследование эффективности их применения в промышленных условиях.

ВО ВТОРОЙ ГЛАВЕ рассмотрены шесть комплексов проходческого

оборудования, которые включают скреперные и бурильные установки различных конструкций.

Комплексы I и II составлены из известных типов оборудования - скреперной установки с самоходной буровой кареткой типа КБШ-I и скреперной установки с самоходной буровой кареткой на моно-рельсе.

Четыре комплекса разработано автором. Комплекс III предусматривает применение скреперной установки с бункером, оборудованным решеткой. Решетка устанавливается ниже уровня почвы выработки так, что скрепер, располагаясь на ней, позволяет транспортировать буровую каретку в забой выработки.

Комплекс IV состоит из передвижной буровой каретки и скрепера, гребок которого выполнен в виде плиты, а тяга грузового каната шарнирно закреплена с возможностью фиксирования в двух положениях. Такой скрепер на период бурения размещается между буровой кареткой и забоем. Однако при использовании комплексов III и IV необходимо несколько увеличивать протяженность выработки только для цели размещения бурильного оборудования в период уборки горной массы.

Комплексы V и VI состоят из скреперов, которые используются и как средства уборки горной массы, и как опорные платформы для навесного съемного бурильного оборудования.

Комплекс V - двухгребневый скрепер, на соединительной балке которого располагаются опорные узлы манипуляторов бурильных машин. Опорно-поворотные колонки и стрелы манипуляторов не снимаются со скрепера в период уборки горной массы из забоя, а жестко закрепляются на балке.

Комплекс VI - односторонний скрепер (рис. I).

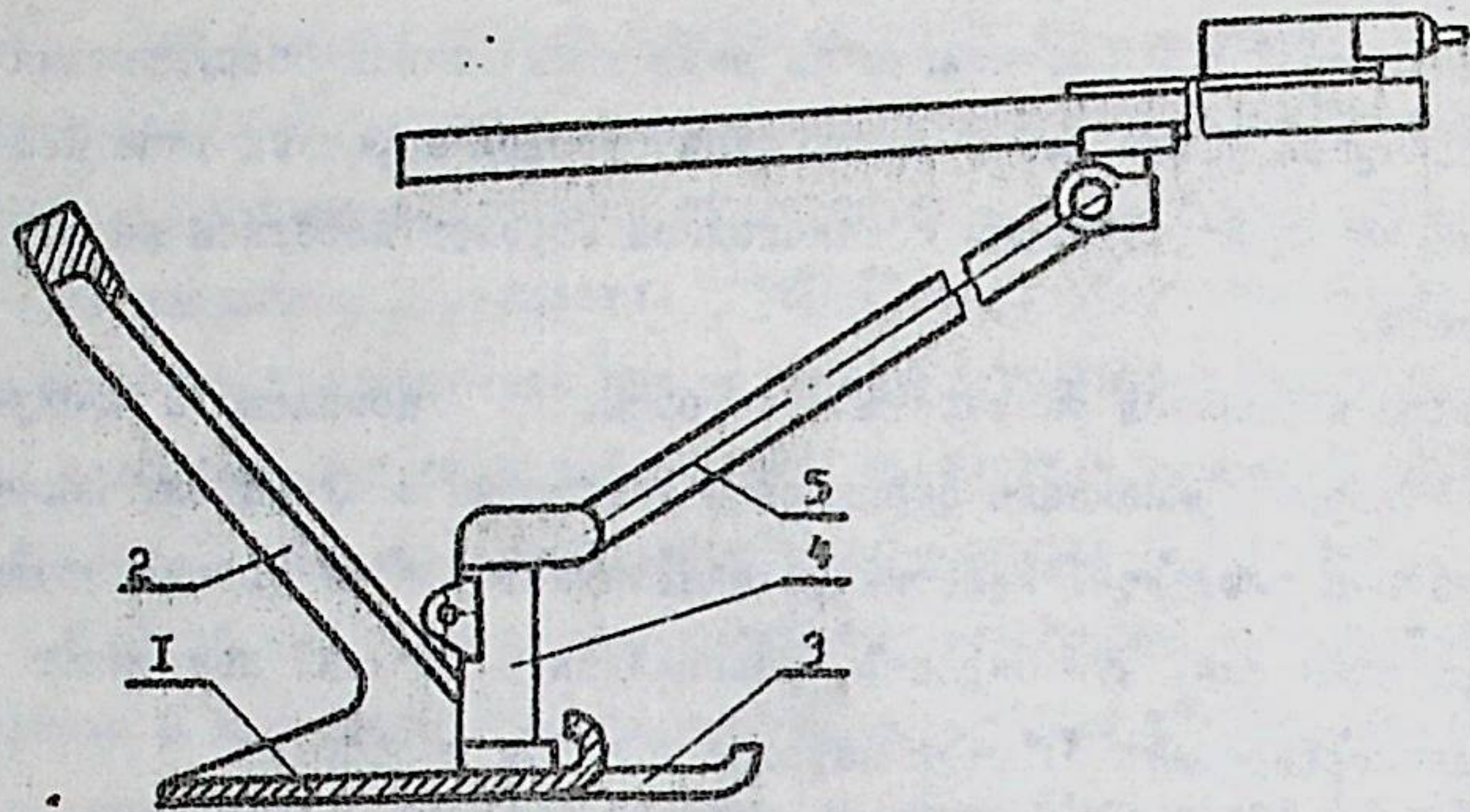


Рис. 1. Скреперный проходческий комплекс:

- 1-гребок; 2-тяга; 3-опорный башмак;  
4-узел связи скрепера с манипулятором;  
5-навесное съемное бурильное оборудование

При исследовании комплексов проходческого оборудования принята оценка их эффективности по двум критериям - приведенным затратам на 1 м<sup>3</sup> и производительности труда проходчиков, что может быть выражено следующей системой неравенств:

$$C < X_i ; \quad \Pi \geq Y_i \quad (1)$$

где  $C$  - приведенные затраты при использовании преимущественного комплекса в рублях на 1 м<sup>3</sup> выработки, пройденной в объеме, удовлетворяющем технологические требования процесса добычи, т.е. без учета объема вспомогательных выработок, которые необходимо проходить только для цели применения нового комплекса проходческого оборудования;

$X_i$  - то же для других комплексов;

$\Pi$  - производительность труда при использовании преимущественного комплекса (рассчитывается по тому же условию, что и приведенные затраты);

$Y_i$  - то же для других комплексов.

В соответствии с принятой методикой оценки эффективности комплексов оборудования, приведенные затраты определяются

$$C = \frac{A + A_y}{A} \left( \frac{T_c \cdot n \cdot p \cdot K_d}{300 \cdot \ell \cdot S} + \frac{C \cdot N_a}{100 \cdot A} + E \cdot K + C_3 + C_m \right) \frac{\text{руб}}{\text{м}^3} \quad (2)$$

где  $A$  - заданный годовой объем проходки на один комплекс, м<sup>3</sup>;

$A_y$  - дополнительный объем горных выработок, которые необходимо проходить в течение года только с целью применения нового комплекса оборудования, м<sup>3</sup>;

$T_c$  - время выполнения цикла проходки, мин;

$n$  - количество проходчиков в звене, человек;

$p$  - заработная плата,  $\frac{\text{руб}}{\text{смену}}$ ;

$K_d$  - коэффициент доплат;

$\ell$  - подвигание за один цикл, м;

$S$  - сечение выработки, м<sup>2</sup>;

$C$  - стоимость одного комплекса оборудования, руб;

$N_a$  - норма амортизационных отчислений, %;

$E$  - нормативный отраслевой коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K$  - удельные капитальные затраты на годовой объем (без учета объемов вспомогательных выработок),  $\frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$ ;

$C_3$  - расход энергии, руб/м<sup>3</sup>;

$C_m$  - расход материалов, руб/м<sup>3</sup>.

Производительность труда проходчиков выражается формулой

$$\Pi = \frac{360 A \epsilon \delta}{(A + A_0) T_0 \eta} \cdot \frac{M^3}{\text{чел-см}} \quad (3)$$

Для всех комплексов принимаются идентичными сечения выработок, коэффициент крепости пород, мощность перфораторов и их количество в работе одновременно, скорость бурения (без учета подготовительно-заключительных и вспомогательных операций, которые зависят от типа установочных устройств), расход материалов и энергии на 1 м<sup>3</sup> проходки.

Результаты выполненных нами расчетов эффективности комплексов оборудования сведены в таблицу.

Проходческие комплексы	I	II	III	IV	V	VI
Приведенные затраты, руб/м <sup>3</sup>	10,9	9,9	9,2	9,1	9,1	8,7
Производительность труда, м <sup>3</sup> /чел-см	5,3	5,7	5,7	5,8	5,9	6,1

Наиболее эффективным для исследуемых условий является комплекс VI, который включает одногребковый скрепер с навесным съемным оборудованием для бурения шпуров. Он и принят нами для дальнейшего исследования.

Современные конструкции скреперов для подземных работ в продольном сечении выполняются в виде сопряжения овалов с прямыми линиями. Такая форма обусловлена в основном требованием к снижению сопротивления движению скрепера при доставке крупных кусков горной массы и боковой её истечении из дучек. В проходческих забоях, взрывааемых серией шпуров малого диаметра при одной обнаженной плоскости, графолометрический состав,

форма развала горной массы после взрыва создают благоприятные условия для движения скрепера как в грузовом, так и в порожняковом направлении. Это позволило внести изменения в геометрическую форму скрепера и увеличить высоту гребка для повышения устойчивости устройства с бурильной установкой. В связи с изменением геометрии скрепера проведены теоретические исследования траектории движения его зубьев в момент окончания уборки горной массы. Установлена зависимость полноты уборки от размеров скрепера и выработки.

$$V = \frac{Bh(z_r \cos \alpha - h)^2}{2Vz_r^2 + h^2 - 2z_r h \cos \alpha} + \frac{C(B_0 - B)^2 \operatorname{tg} \gamma}{4} \quad (4)$$

где  $V$  - объем горной массы, который в цикле проходки убирается скрепером только после зачистки вручную, м<sup>3</sup>;

$B$  - ширина скрепера, м;

$h$  - высота гребка, м;

$z_r$  - длина тяги, м;

$\alpha$  - угол между гребком и тягой скрепера, рад;

$B_0$  - ширина выработки, м;

$\gamma$  - угол откоса взорванной горной массы, рад;

$C$  - протяженность откоса горной массы вдоль боковой стенки выработки, м.

Анализом формулы (4) установлено, что увеличение высоты гребка  $h$  положительно влияет на полноту уборки. В проходческом забое полнота уборки увеличивается также с увеличением угла между гребком и тягой скрепера, поэтому угол внедрения принят нами наибольший из оптимальных - 60°.

Для повышения устойчивости устройства в период бурения и возможности установки двух и более навесных манипуляторов в конструкцию скрепера внесен новый элемент - опорные башмаки,



линейный размер которых в соответствии с составленным нами уравнением статического равновесия установки определен

$$e_8 = \frac{K_1 n (148 + 308 K_0) - m (0,66 H C \operatorname{tg} \alpha + 0,2) - 12 n}{m + 60 n + 96 K_1 n} \quad (5)$$

где  $e_8$  - длина опорного башмака, м;

$H$  - высота скрепера, м;

$\alpha$  - угол между плоскостью гребня и тягой грузового каната, рад;

$K_1$  - коэффициент запаса устойчивости на опрокидывание;

$K_0$  - коэффициент одновременности извлечения буров;

$m$  - масса скрепера, кг;

$n$  - количество единиц навесных уравновешенных манипуляторов с податчиками ПШЛ-3М и перфораторов ПР-25Л, шт.

При известных параметрах устройства, включая размер опорных башмаков и количество единиц навесного оборудования, коэффициент запаса устойчивости на опрокидывание может быть определен по формуле

$$K_1 = \frac{m (0,66 H C \operatorname{tg} \alpha + e_8 + 0,2) + 60 n (e_8 + 0,2)}{n (148 + 308 K_0 - 96 e_8)} \quad (6)$$

Коэффициент запаса устойчивости на скольжение по почве выработки определится

$$K_2 = \frac{M g \cdot \sin (\varphi - \tau)}{n P_{\max} \cos \varphi} \quad (7)$$

где  $M$  - масса устройства, кг;

$g$  - ускорение силы тяжести,  $\frac{м}{сек^2}$ ;

$\varphi$  - угол трения опорной платформы с почвой, рад;

$\tau$  - предельный допустимый угол наклона платформы, рад;

$P_{\max}$  - наибольшее усилие податчика, н;

$n$  - количество податчиков ПШЛ-3М на уравновешенных манипуляторах, шт.

Решением уравнений (5) и (7) определена наименьшая масса скрепера, который может служить опорной платформой бурильной установки с одним перфоратором. Она составила 400 кг при длине опорного башмака 0,4 м.

На одnogребковые скреперы со скреперными лебедками стандартного ряда возможна установка до четырех уравновешенных манипуляторов с податчиками ПШЛ-3М и перфораторами ПР-24ЛУ (ПР-25Л).

Сложность исследования эффективности установочного устройства нового типа состояла в том, что в СССР не изготавливаются легкие навесные длинноходовые податчики и манипуляторы. Это привело к необходимости поиска принципиальных схем и к разработке устройств, отвечающих тем особым требованиям, которые определяются условиями работы ежегодно демонтируемого оборудования.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ рассматриваются податчики и манипуляторы, обосновываются принципиальные схемы и рекомендации по устройству основных узлов. На основании проведенных нами исследований разработаны пневматические шагающие податчики ПШЛ-3М с длиной хода 2,1 м, массой 42 кг, усилием подачи на забой 1700 н. Одно из достоинств этого податчика состоит в том, что без изменения подающего устройства - пневматического толкателя двухстороннего действия - длина хода податчика может быть увеличена заменой направляющей балки, которая весьма проста в изготовлении. Второй узел податчика - пневматический толкатель с краном управления и узлом крепления перфоратора - по сложности изготовления не отличается от известной пневматической поддерживающей колонки.

В результате сравнительных испытаний серийного податчика ПП-3 и предложенного автором - ППЛ-3М установлено, что скорость бурения с использованием нового податчика повышается на 12%.

Работа подъема податчика с перфоратором малой мощности за один цикл бурения определяется в 1500-2000 джоулей (150-200 кгсм). Небольшая потребность в энергоемкости привода послужила основанием для поиска и исследования кинематических схем манипуляторов, уравновешенных аккумулярующей пружиной.

Если аккумулярованная в пружине энергия позволяет перемещать перфоратор с податчиком при дополнительном усилии, не превышающем допустимые физические нагрузки проходчика, то простота такого устройства может оказаться решающей при сравнении с другими конструкциями в сложных условиях проведения подготовительных работ.

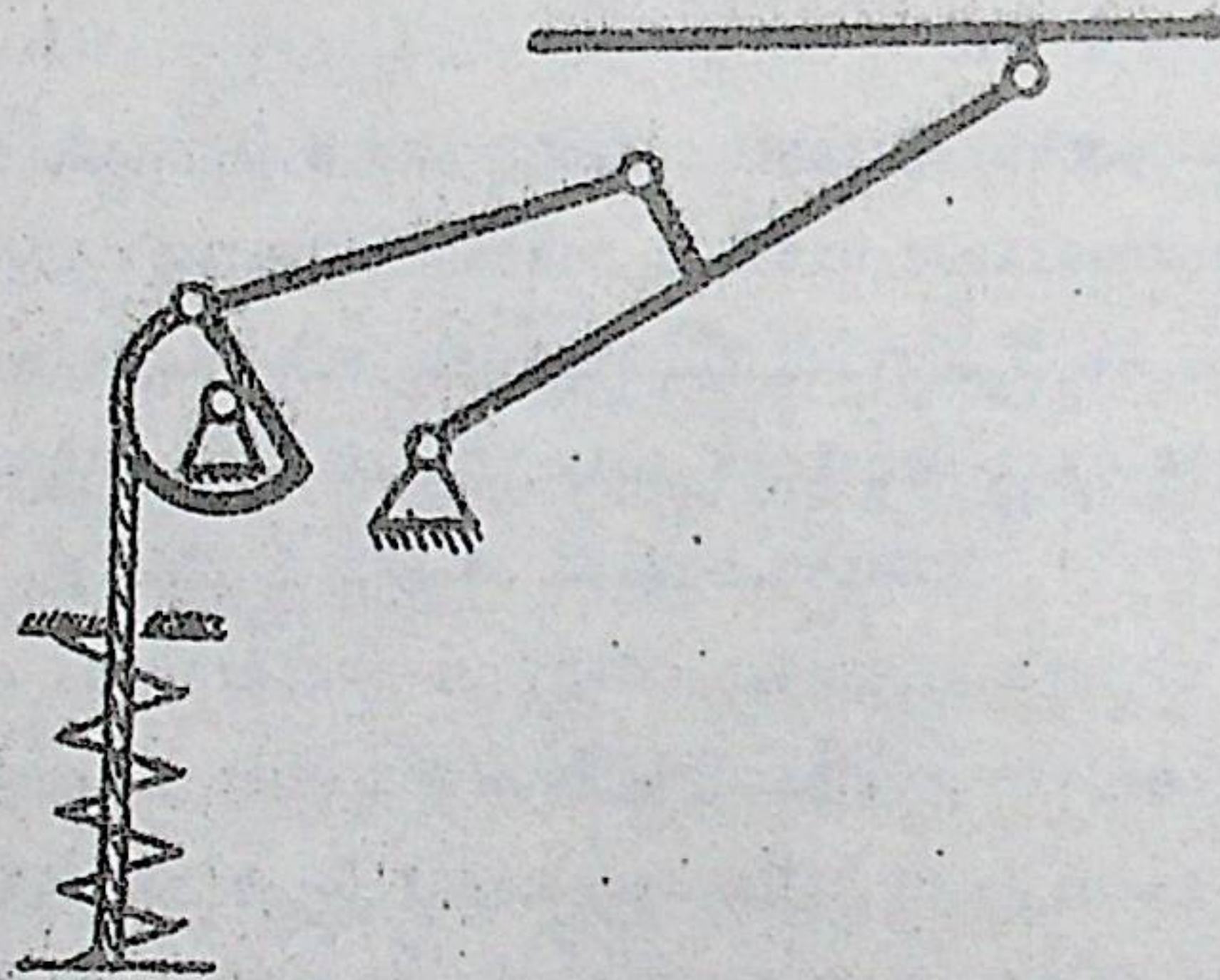


Рис. 2. Кинематическая схема уравновешенного манипулятора

Автором исследован ряд кинематических схем стреловидных манипуляторов, уравновешенных пружиной. Критериями для отбора и

проверки в промышленных условиях явились минимальный вес, возможность разборки на отдельные узлы в условиях забоя, технологичность и простота изготовления. Кинематическая схема (рис.2) в наибольшей степени отвечает принятым критериям тем, что пружина конструктивно размещается в стакане опорно-поворотной колонки, а стрела может быть легко демонтирована, если её поворотную цапфу выполнить в виде вилки, а тягу, соединяющую стрелу через промежуточное звено и гибкую связь с пружиной, в виде врыка.

Пружина выбрана из условия равенства её энергоемкости в рабочем интервале сжатия с работой веса навесного оборудования при подъеме, которое может быть записано

$$Q Z_c (\sin \beta_1 + \sin \beta_2) = \int_{p_1}^{p_2} f(p) dp \quad (8)$$

где  $Q$  - приведенный вес на конце стрелы, включая собственный вес, Н;

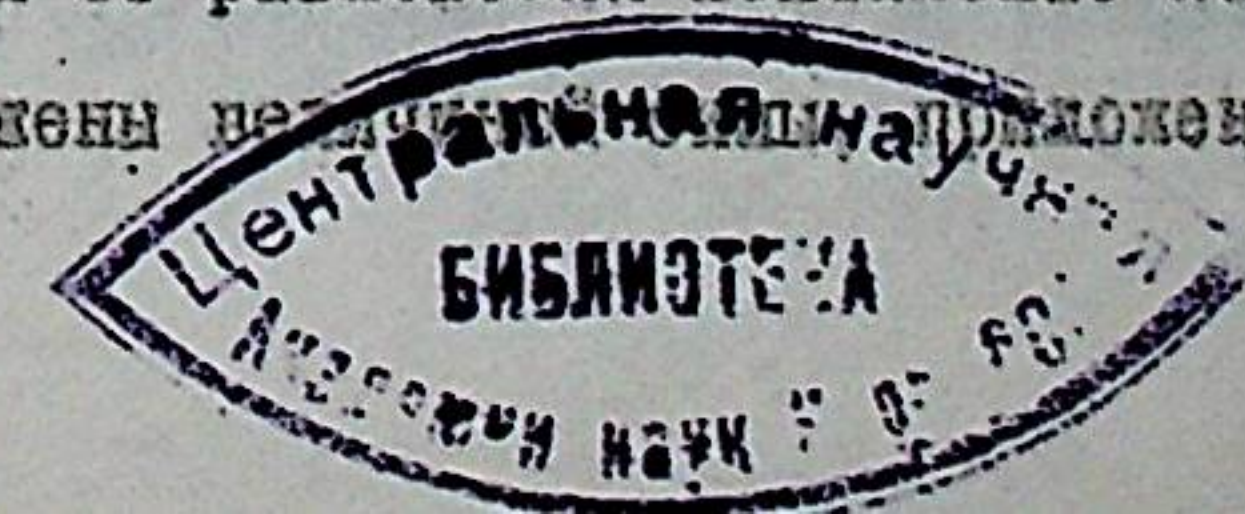
$Z_c$  - длина стрелы, м;

$\beta_1, \beta_2$  - предельные углы поворота стрелы от линии горизонта, рад;

Правая часть уравнения (8) выражает работу пружины от предельного ( $p_1$ ) до предельного допустимого усилия ( $p_2$ ) сжатия.

Графо-аналитическим методом определены отклонения системы пружина-стрела от состояния равновесия в пределах угла поворота стрелы  $\pm \frac{\pi}{4}$  рад и горизонту.

При длине стрелы  $Z_c = 1,6$  м, приведенном весе на её конце  $Q = 750$  Н и энергоемкости пружины  $A = 1700$  джоулей получены расчетные отклонения от равновесия механизма. На рис.3 указаны отклонения выражены в градусах, нанесенной на конце стрелы.



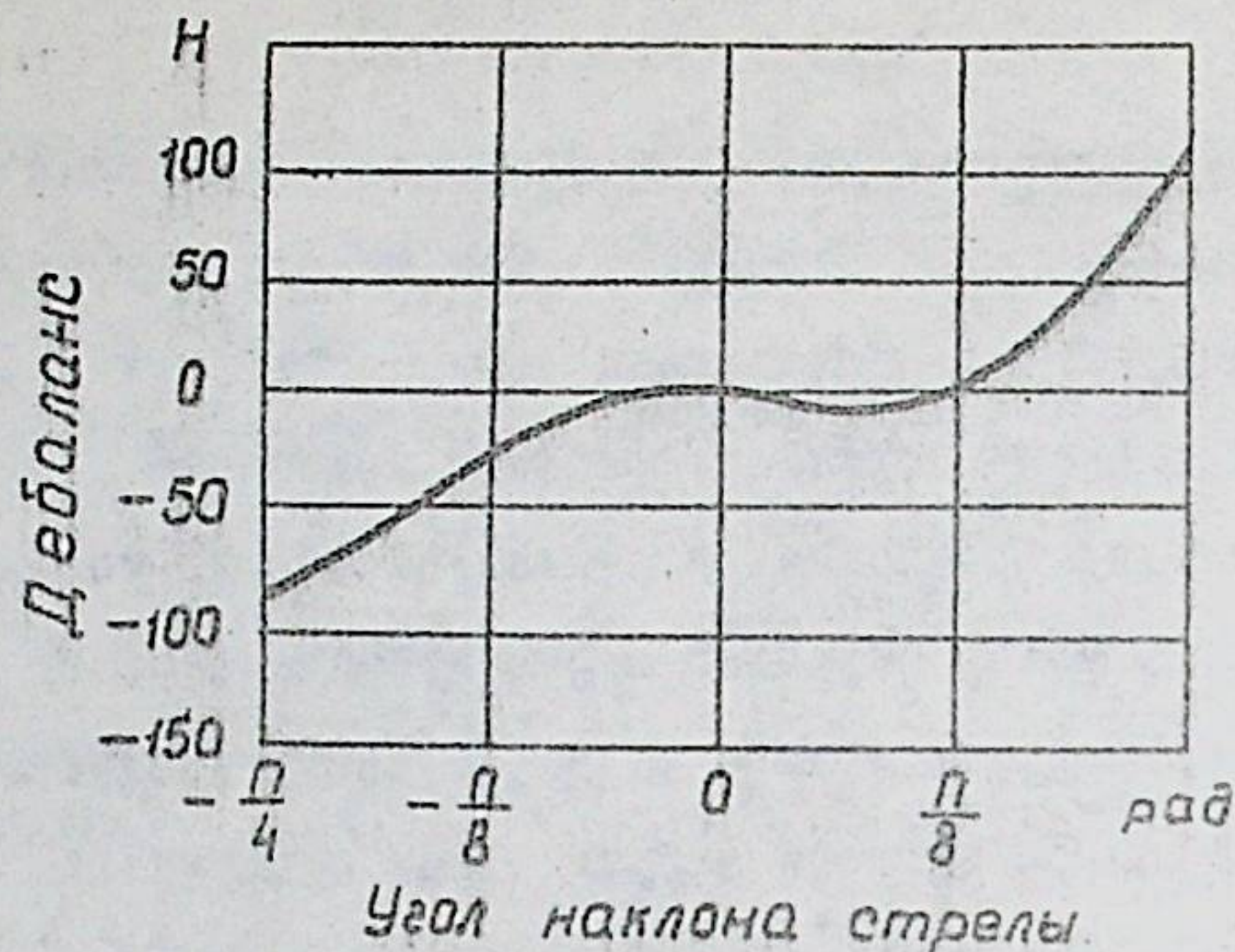


Рис. 3. Расчетные отклонения от равновесия

Однако отклонения в равновесии еще не определяют усилий, необходимых для поворота стрелы. Они слагаются кроме того из сил для преодоления трения в цапфах устройства и силы для создания ускорения подвижной массе навесного оборудования.

Суммарная величина силы, необходимой для поворота манипулятора с указанными выше параметрами, определялась на специально разработанном стенде. Записывающее устройство стенда наносило на планшете усилия поворота, приложенные на конце стрелы. При испытании было задано время поворота в пределах от  $+\frac{\pi}{4}$  до  $-\frac{\pi}{4}$  рад к горизонту, равное 6 сек, что соответствует угловому ускорению при разгоне и торможении ориентировочно  $0,25 \frac{\text{рад}}{\text{сек}^2}$ . При этих условиях наибольшие усилия не превышали 180 Н (рис. 4).

Испытанием установлено также, что стрела с податчиком и перфоратором удерживается в промежуточных положениях сектора поворота за счет сил трения в скользящих цапфах механизма, работающего без смазки. Исключение составляет сектор поворота от  $+\frac{\pi}{4}$  до  $+\frac{\pi}{8}$  рад к горизонту, в котором стрела должна дополнительно закрепиться. Для закрепления стрелы в заданном поло-

жении предусмотрены фрикционные зажимы цапфы.

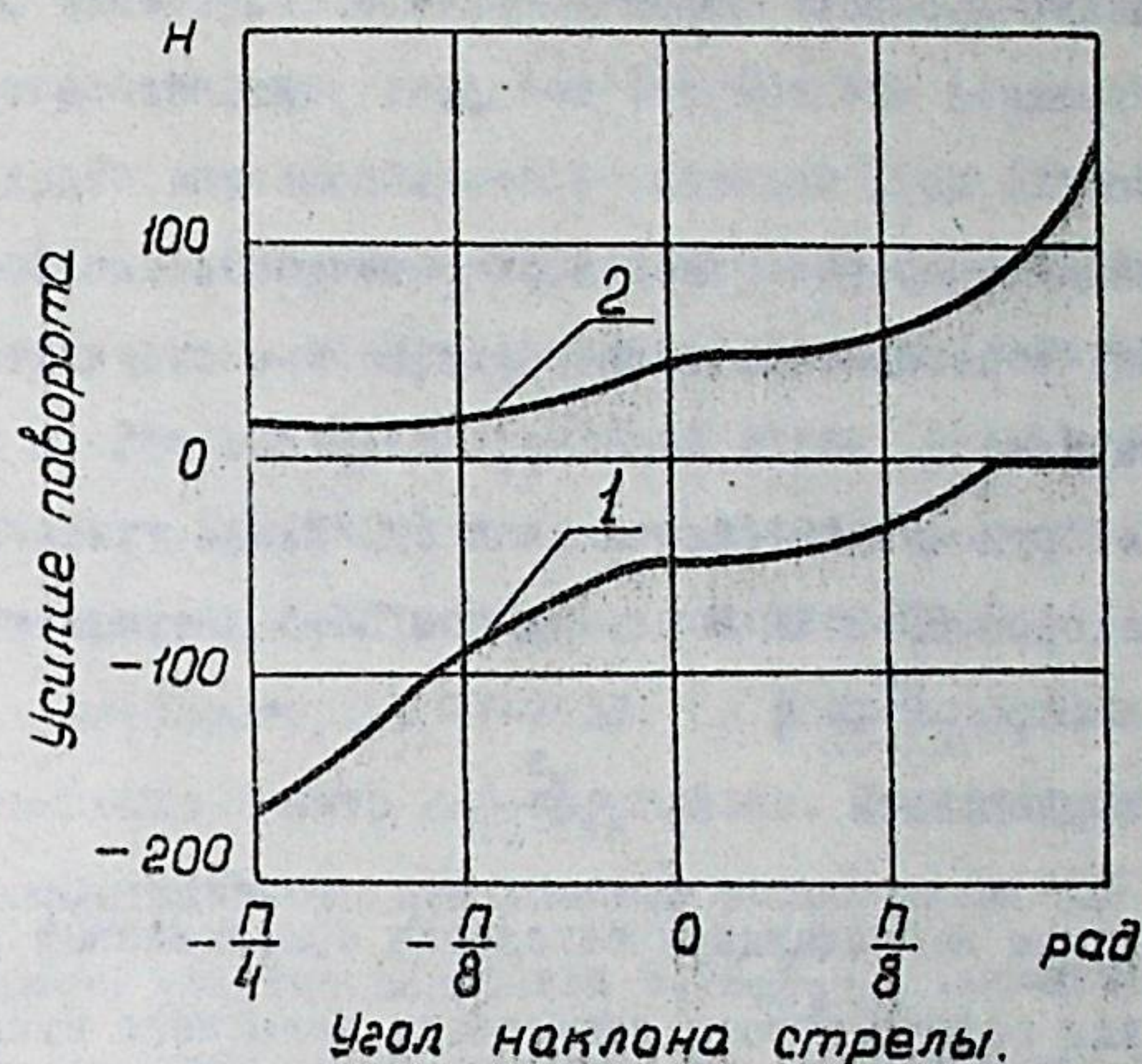


Рис. 4. Усилия поворота стрелы :

1-поворот сверху вниз;  
2-снизу вверх

Стендовые испытания манипулятора по определению затрат времени на перестройку перфоратора проводились при схеме расположения шпуров, принятой на рудниках комбината в работах сечением 2 x 2 м. Хронометражными наблюдениями установлено, что на перестройку перфоратора от шпура к шпуру требуется от 11 до 17 секунд, что не ниже, чем при механизированных манипуляторах.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ рассматриваются результаты сравнительных промышленных испытаний скреперных проходческих комплексов и базового оборудования, приводятся объемы реализации и показатели эффективности исследования.

Опытный образец СПК-I-600 испытывался при проведении гори-

горизонтальных выработок сечением  $4 \text{ м}^2$  суммарной протяженностью 158 м. Коэффициент крепости пород  $f = 14-16$ . В течение 30 смен велись хронометражные наблюдения, которыми учитывались трудовые затраты с точностью до 1 чел-мин. Время выполнения отдельных быстро протекающих операций измерялось с точностью до 5 сек. В этих условиях производительность труда на прямом участке выработки составила:

- базовым оборудованием (переносная бурильная установка с одним перфоратором ПР-24ДУ и податчиком ПП-3 на установочной колонке ВК-80) -  $4,4 \frac{\text{м}^3}{\text{чел-см}}$  ;
- новым оборудованием -  $5,5 \frac{\text{м}^3}{\text{чел-см}}$ .

Хронометражными наблюдениями определен существенный показатель для оценки эффективности применения навесного съемного оборудования - трудовые затраты на монтаж и демонтаж перфоратора, податчика ППД-3М и уравновешенного манипулятора, которые составили соответственно 6,2 и 3 чел-мин.

СПК-1-600 испытывался также в породах с коэффициентом крепости  $f = 10-12$ . Оборудование, которое использовалось ранее для проведения горизонтальной выработки сечением  $1,8 \times 1,8$  и состояло из скреперной лебедки ЗОМС-2с, скрепера СШУ-1100 и перфораторов ПР-30К с пневмоподдержками ППК-15. При глубине шпуров 1,6-1,7 м полный цикл проходки выработки с базовым оборудованием выполнялся при условии бурения одновременно двумя перфораторами. На бурении было занято два бурильника, с переходом на СПК-1-600 один проходчик осуществлял все основные технологические процессы цикла проходки выработки за шести часовую смену. Производительность труда при бурении шпуров возросла в 1,5 раза.

На основе результатов промышленного применения СПК-1-600 был разработан комплекс СПК-2-700 путем закрепления на скрепере устройства, объединяющего опорные узлы двух манипуляторов.

Сравнительные испытания комплекса с двумя единицами навесного бурильного оборудования проводились в выработке сечением  $3 \times 3$  м. Сборный вентиляционный штрек 14-го горизонта рудника им. 40-летия ВЛКСМ проходил в породах  $f = 14-16$ . Для бурения шпуров применялась распорная колонка ВК-80 с двумя податчиками ПП-3 и перфораторами ПР-24ДУ. На подготовительных операциях и бурении было занято 2-3 проходчика. С переходом на СПК-2-700 производительность проходчиков возросла на 40% и составила на прямом участке выработки  $5,76 \frac{\text{м}^3}{\text{чел-см}}$  (производительность определена без учета трудовых затрат на установку скреперной лебедки и погрузку породы из бункера в вагоны).

Для сопоставления установочного устройства нового типа с переносными средствами бурения шпуров кроме наших наблюдений использованы результаты испытаний перфораторов институтом "Гидроникель" на руднике Каула-Котселваара и данные Отдела научных основ комплексной механизации буровых работ Института автоматизации АН Киргизской ССР.

Показатели, характеризующие четыре типа установочных устройств, отражены на блок-диаграммах (рис.5), из которых видно, что применением скреперных проходческих комплексов достигаются наименьшие трудовые затраты при выполнении вспомогательных операций и бурении в целом в диапазоне крепости горных пород от  $f = 8$  и выше.

Новое оборудование в сравнении с базовым обеспечивает снижение прямых затрат на 0,75 руб на  $1 \text{ м}^3$  проходки, а срок окупаемости капитальных вложений составляет менее 0,5 года.

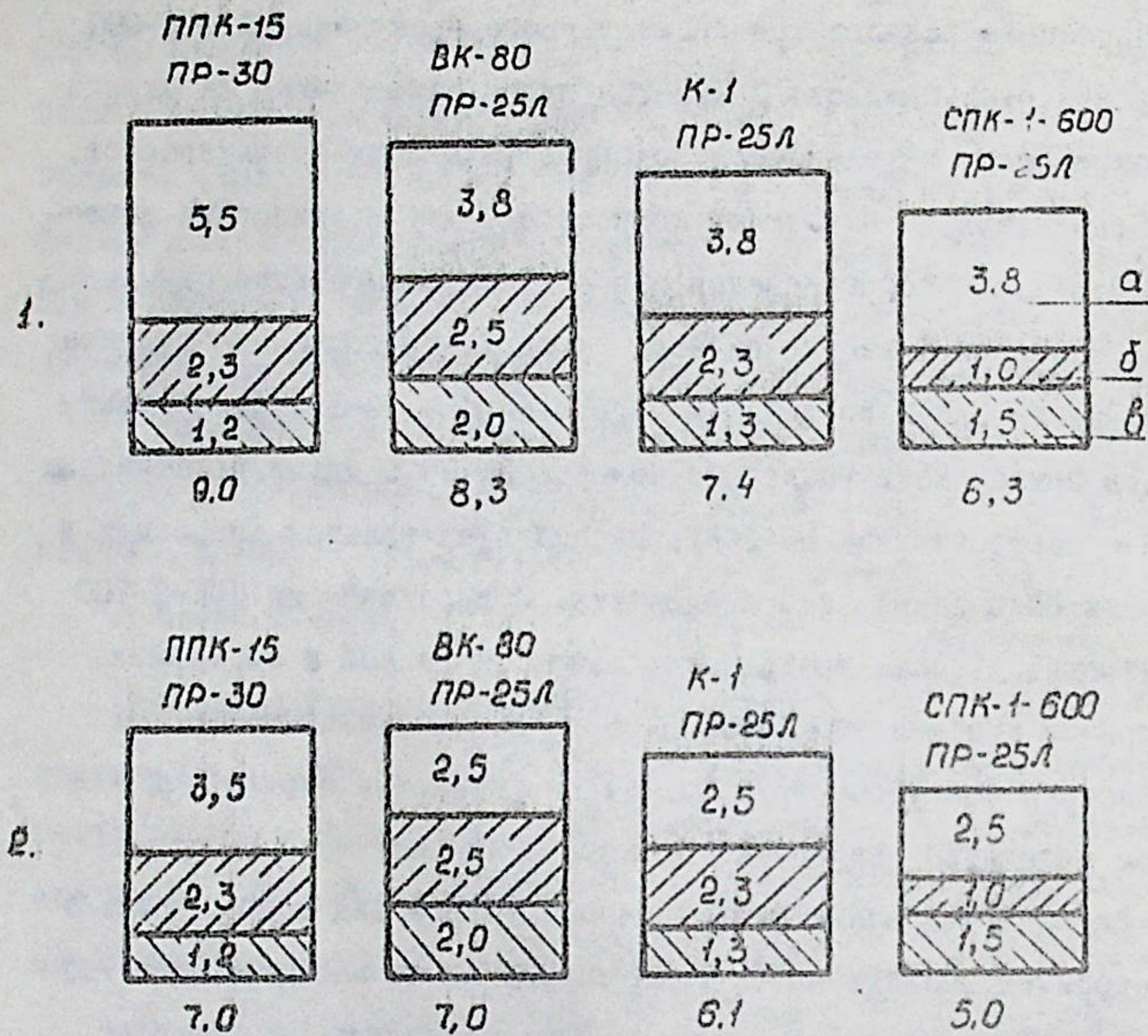


Рис. 5. Трудозатраты на бурение,  $\frac{\text{чел-мин}}{\text{шпуро-метр}}$  :  
 а-бурение; б-вспомогательные операции;  
 в-подготовительно-заключительные;  
 1- в породах  $f = 14-16$ ; 2- в породах  $f = 8-10$

Применением стреловидных манипуляторов и длинноходовых податчиков перфоратора создаются условия для автоматизации процесса бурения и полного освобождения бурильщика от вредного влияния вибрации.

## ВЫВОДЫ

1. Разработка многих месторождений полезных ископаемых связана с проведением горизонтальных выработок малого сечения и протяженности, расположенных на отметках, не совпадающих с уровнем откаточных горизонтов подземных рудников. Уборка горной массы в таких выработках осуществляется скреперными установками, а технология бурения шпуров не отвечает современным требованиям как по санитарно-гигиеническим условиям труда, так и по уровню трудоемкости.

2. Исследованием наиболее приемлемых вариантов проходческого оборудования по двум критериям - приведенным затратам на  $1 \text{ м}^3$  и производительности труда проходчика установлено, что для условий проведения горизонтальных выработок в блоках и панелях рудников Лениногорского комбината наиболее эффективным является комплекс, состоящий из одногребкового скрепера, который поочередно используется для уборки горной массы и в качестве опорной платформы для навесных уравновешенных манипуляторов длинноходовых податчиков перфораторов ПР-25Л.

3. Для повышения устойчивости бурильной установки гребку скрепера придана форма плиты, увеличена высота гребка. Теоретическим исследованием полноты уборки горной массы в сопряжении торца забоя с почвой выработки установлено, что указанные изменения геометрической формы скрепера не ухудшают его свойства как органа уборки, что подтверждается в производственных условиях.

4. Исследованием статической устойчивости одногребкового скрепера с навесным бурильным оборудованием определено, что на

скреперы для подземных работ, параметры которых соответствуют ГОСТ I2437-66, возможно устанавливать до четырех навесных манипуляторов с легкими длинноходовыми податчиками и перфораторами малой мощности.

5. В результате анализа известных конструкций и исследования новых схем длинноходовых податчиков установлено, что пневматический поршневой шагающий податчик удовлетворяет условию разборности на узлы малого веса, технологичности изготовления на ремонтной базе горнодобывающего предприятия, а производительность бурения перфоратором ПР-24ЛУ с ним выше на 12%, чем с серийным ПР-3.

6. Известные конструкции манипуляторов не отвечают тем особым требованиям, которые предъявляются к съемному навесному бурильному оборудованию. Применительно к сложным условиям проведения подготовительных выработок автором разработан манипулятор с ручным приводом, уравновешенный пружиной. Экспериментально установлено, что усилия, необходимые для поворота стрелы такого манипулятора с податчиком и перфоратором малой мощности, не превышают средних физических нагрузок для проходчика, а затраты времени на перестройку от шпура к шпуру составляют от II до I7 сек, что не больше, чем при механизированных манипуляторах.

7. Испытанием скреперных проходческих комплексов с одной и двумя единицами навесного оборудования установлено, что в условиях проведения горизонтальных выработок при скреперной уборке горной массы, они обладают существенными преимуществами в сравнении с переносными средствами бурения шпуров:

-- по отношению к бурильной установке на распорной колонке ВК-80 производительность труда проходчиков увеличивается на 20-25%, уменьшаются затраты физических нагрузок при монтаже--

демонтаже оборудования и бурении;

-- в сравнении с ручными перфораторами ПР-30 на пневмоподдержках за счет применения более мощных быстроударных перфораторов, оптимизации давления на забой и меньшей трудоемкости вспомогательных операций производительность бурения увеличивается в 1,5 раза при значительно меньшем воздействии вибрации на организм бурильщика.

8. Уравновешенные манипуляторы и легкие длинноходовые податчики находят применение и в других условиях проведения горных выработок, среди которых наибольший интерес представляет их использование в качестве навесных на погрузочных машинах типа ППН-1С.

9. Рабочие чертежи уравновешенных манипуляторов и податчиков ПШД-3М с привязкой к различным типам опорных платформ переданы по запросам более сорока горным предприятиям и организациям. Актуальность и новизна исследования подтверждается также четырьмя авторскими свидетельствами Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР, которые в основном реализованы в практике.

10. Объем применения результатов исследования ежегодно возрастает. С использованием скреперных проходческих комплексов и навесного бурильного оборудования в 1972г. на рудниках Лениногорского комбината пройдено 70 тыс. м<sup>3</sup> горных выработок с фактической экономией около 50 тыс. рублей.

Дальнейшие работы по исследованию навесных манипуляторов и податчиков должны быть направлены на автоматизацию процесса бурения и расширение области их применения.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений, содержит 127 страниц машинописного текста, иллюстрированного 36 рисунками.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на : первой технической конференции Лениногорского полиметаллического комбината ( 1968г.); Республиканском совещании ИЦМ Каз ССР "О патентовании изобретений за рубежом" (г.Чимкент, 1969); отраслевом совещании предприятий Главвольфрама "О задачах по дальнейшему улучшению охраны труда и культуры производства на предприятиях Главвольфрама" (п.Хайдаркан, 1971); семинаре по теории машин и механизмов Политехнического института и институтов Академии Наук Киргизской ССР (г.Фрунзе, 1973).

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Скреперная доставка при торцовом выпуске руды. "Горный журнал", 1970, №12 (соавтор Н.И.Филиппов).

2. Совершенствование буровых работ при проходке горизонтальных выработок. "Горный журнал", 1971, №10 (соавтор И.Е.Ерофеев).

3. Применение перфораторов ПР-24ЛУ на податчике ПН-3 при проведении горизонтальных выработок. "Горный журнал", 1971, №11 (соавтор И.Е.Ерофеев).

4. Усовершенствование установочно-подающих устройств легкого колонкового перфоратора. Цветметинформация, ..., 1971г.

5. Буро-доставочная установка. Авторское свидетельство № 174581. Бюллетень "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1965, №8.

6. Проходческий скрепер. Авторское свидетельство №285867. Бюллетень "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки",

1970, №34 (соавтор А.Е.Михайленко).

7. Навесной манипулятор. Авторское свидетельство № 265811. Бюллетень "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1970, №11.

8. Устройство для подачи бурильной машины. Авторское свидетельство № 305258. Бюллетень "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1970, №18 (соавтор И.И.Рогов).