

6
А-65

МИНИСТЕРСТВО ВУСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. АРТЕМА

На правах рукописи

МЕТЕЛИН Е.П.

УДК.621.542:622.233.4.001.5

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАПАННЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
УДАРНЫХ МАШИН ДЛЯ БУРЕНИЯ СВАЖИН

Специальность 05.172 "Торные машины"

А в т о р е ф е р а т

диссертационной работы на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Днепропетровск

1971

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. АРТЕМА

На правах рукописи

МЕТЕЛИН Е.П.

УДК.62Г.542:622.233.4.00Г.5

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАПАННЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
УДАРНЫХ МАШИН ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

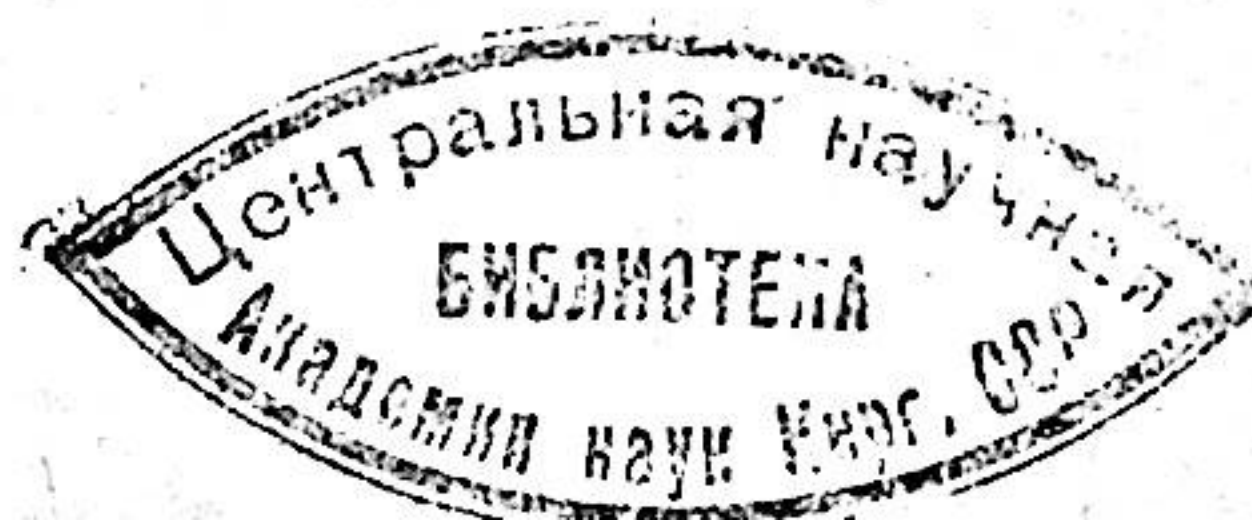
Специальность 05.Г72 "Торные машины"

А в т о р е ф е р а т

диссертационной работы на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Днепропетровск

Г97Г



Днепропетровский горный институт им.Артема направляет Вам для ознакомления автореферат диссертационной работы, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Работа выполнена в Днепропетровском горном институте, Криворожском институте "Гипрорудмаш" и рудоуправлении имени Коминтерна треста "Ленинруда".

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
П.М.Шилов

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор
В.Н.Потураев

Кандидат технических наук, старший
научный сотрудник, Н.П.Белик

Ведущее предприятие – Научно-исследовательский институт
"Гидрорудмаш", г.Кривой Рог.

Автореферат разослан "2" апреля 1971 г

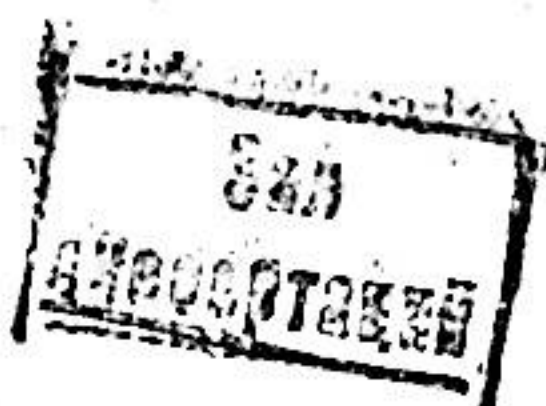
Защита диссертации состоится "13" мая 1971 г
на заседании Совета механико-машиностроительного факультета
Днепропетровского горного института им.Артема.

Ваши отзывы по автореферату просим направлять в 2-х экземплярах, заверенных печатью учреждения, по адресу : 320014 ,
г.Днепропетровск-14, пр.К.Маркса 19, Горный институт.Ученому секретарю.

С диссертационной работой можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета института,
доктор технических наук, профессор

/В.А.Бунько /



Реферируемая диссертационная работа посвящена исследованию клапанных пневмударных машин для бурения глубоких взрывных скважин малого диаметра.

Для выполнения объема исследований автор разработал методику исследований, индуктивные датчики перемещений клапана и поршня, схему расположения датчиков для измерения потерь давлений на элементах воздухораспределения.

В результате исследований определены основные параметры, характеризующие работу перфоратора и его воздухораспределения, теоретически определена и экспериментально проверена зависимость, устанавливающая величину впускных сечений в камеру рабочего хода.

Впервые теоретически и экспериментально определены параметры соударения двухмассной системы поршня-ударника и на этой основе предложена и исследована оригинальная конструкция двухмассного поршня перфоратора. Промышленные испытания перфоратора с двухмассным поршнем показали, что машинная скорость бурения повышается на 18-25% по сравнению с серийным.

Годовой экономический эффект применения разработанных рекомендаций составляет около 300 тыс. рублей.

Реферируемая работа содержит 81 страницу машинописного текста, 47 рисунков и 17 приложений.

В В Е Д Е Н И Е

Главная задача девятой пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда. Для претворения в жизнь главной задачи пятилетки Директивы XXIV Съезда КПСС предусматривают довести выплавку стали в 1975 г до 142 - 150 млн. тонн, повысить производительность труда в черной металлургии примерно в 1,3 раза.

Современная разработка железных руд подземным способом осуществляется системами массовой отбойки с применением глубоких взрывных скважин, бурение которых составляет 60 - 70 % всех трудовых затрат и является решающим фактором производительности труда по добыче руд. Для бурения взрывных скважин применяется разнообразная техника. Широкое распространение в Кривом Роге получили перфораторы, которыми при добыче руд, проходке восстающих и установке штанговой крепи ежегодно бурится около 3 млн. погонных метров скважин.

В настоящее время для бурения глубоких скважин широко применяются легкие буровые установки ЛК - 68, оснащенные перфораторами ПТ-36. Проведенные нами исследования буровой установки показали, что машинная скорость бурения может быть значительно увеличена за счет улучшения работы системы воздухораспределения, качественного использования энергии сжатого воздуха в камерах цилиндра перфоратора, а так же увеличения части ударной энергии поршня, идущей на разрушение горной породы.

Глава I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Техника бурения шпуров и скважин развивается в направлении создания машин, обеспечивающих высокую машинную скорость бурения и малые трудоемкость и длительность вспомогательных операций. Скорость бурения пневматическими бурильными машинами пропорциональна ударной мощности, зависящей от частоты ударов и энергии единичного удара. Повышение частоты ударов требует новых конструктивных решений при создании ударного узла и уменьшения уровней вибрации и шума. Увеличение энергии единичного удара ограничивается прочностью бурового инструмента. Повышение скорости бурения в таком случае связано с конструированием тяжелых перфораторов и подающих устройств.

Поэтому, очевидна актуальность решения вопроса повышения скорости бурения без увеличения веса и размеров перфораторов и подающих устройств. Достигнуть этого возможно на базе улучшения и совершенствования работы системы воздухораспределения, внутренних процессов рабочего цикла в камерах перфоратора, условий формирования и передачи энергии ударного импульса буровому инструменту.

Работой воздухораспределения и параметрами внутренних процессов занимались многие институты и авторы. Вопросам теоретических и экспериментальных исследований посвящены работы О.Д.Алимова, В.И.Бабурова, И.А.Бегалова, В.Ф.Горбунова, Н.Н.Есина, К.И.Иванова, К.М.Клигмана и Н.И.Черных, Г.И.Кусницына, Б.Л.Оситинского, Ю.Н.Полова, Г.И.Суксова, Б.В.Суднишникова, Н.П.Ряшенцева, В.В.Шина и др. В этих работах установлены основные зависимости параметров внутреннего рабочего процесса и воздухораспределительной системы. Однако, в них не исследованы взаимосвязь

параметров внутренних процессов и процессов формирования и передачи энергии удара в буровую штангу, а также основными характеристиками клапанного устройства и потерями давлений на его элементах.

Многочисленные работы посвящены анализу взаимодействия поршня пневматической ударной машины и бурового инструмента. Т.К.Арндт, Е.В.Александров, В.Д.Андреев, К.И.Иванов, В.Б.Соколинский, Б.Фишер, Ю.В.Флавицкий, К.Ферхарст и др. определили основные зависимости формирования ударного импульса при соударении тел различных форм. Однако, анализу соударения многомассных тел внимания уделено не было.

В процессе выполнения диссертационной работы в основу были положены полученные перечисленными авторами, теоретические и экспериментальные результаты и решались следующие основные задачи:

1. Исследование параметров рабочих процессов в камерах перфоратора: давления на входе в машину и в элементах воздухораспределения, в камерах перфоратора, потери давлений в воздухораспределительных каналах, перемещения поршня и клапана, впускные сечения в камеры.

2. Исследование усилий, действующих на клапан воздухораспределительного устройства и взаимосвязь этих усилий с перемещением клапана.

3. Исследование процессов формирования и использования энергии удара поршня перфоратора.

4. Исследование баланса ударной энергии, полученной штангой от поршня и определение путей увеличения части энергии, идущей на разрушение горной породы.

5. Разработка и исследование двухмассного поршня перфоратора.

С целью выполнения основных задач работы разработаны и сконструированы датчики перемещений поршня и клапана, которые не влияют на работу контролируемых объектов и дают возможность получения экспериментальных данных в реальных условиях бурения.

ГЛАВА II. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ И РАБОТЫ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Экспериментальные исследования проводились на вертикальном стенде. Породный блок представлен джеспилитом крепости I0 - I4 по шкале проф.Протоdjаконова М.М. Регистрировались следующие параметры перфоратора: давление на входе в машину ($P_{вх}$), давление в клапанной коробке ($P_{кор}$), давление в передней и задней камерах ($P_{пр}$ и $P_{зк}$), давление в цилиндре податчика ($P_{под}$), давление в камере под клапаном ($P_{кл}$), давление в перепускном канале ($P_{кан}$), перепад давлений при впуске в заднюю камеру ($\Delta P_{зк}$), перепад давлений при впуске в перепускной канал ($\Delta P_{кан}$), перемещение поршня (ℓ_p), перемещение клапана (ℓ_k), время протекания процессов (t).

Перечисленные параметры регистрировались на фотобумагу Р0 8-шлейфовым осциллографом 880 с применением индуктивных датчиков давлений ДДИ, ПДИ и усилителей типа ИД-2И.

Датчик перемещения поршня трубчатого типа с двойной стенкой. Спиральная однородная обмотка намотана на магнитопроводной трубке (внутренней). Снаружи обмотка защищена трубкой из немагнитной стали. Соединение трубок и обмотки посредством смолы ЭД-6. В перфоратор датчик ставится вместо водяной трубки, при этом по внутренней полости подается промывочная вода для нормальной работы при бурении. Тарировку датчика проводили в статическом и динамическом режимах. Статическая тарировка позволила установить,

что погрешность измерений составляет 3 - 3,5%, гистерезис около 2%. Динамическая тарировка была выполнена на специально разработанном тарировочном стенде кривошипно-шатунного типа. Погрешность датчика определялась при скоростях, характерных для работы поршня перфоратора, отдельно для прямого и обратного ходов. Обработка результатов динамической тарировки показала, что датчик, совместно с каналом измерения, усилителем ИД-2И и осциллографом 880 (шлейф МСА[-5]) имеет погрешность около $\pm 2,5\%$.

Датчик перемещения клапана выполнен по дифференциальной полумостовой схеме, рабочие плечи которой расположены по сторонам кольцевого клапана. Малые размеры позволили разместить его в тонких стенках клапанной коробки и избежать влияния на работу каналов и на перемещение клапана. При измерениях клапан перемещался в пределах линейной части характеристики датчика.

Линейность характеристик датчиков давлений ДДИ - ПДИ и каналов регистрации проверялась статической тарировкой (динамическая - проводилась заводами-изготовителями).

Исследования внутренних параметров проводились при давлении в сети 5 ат и различных усилиях подачи. На рис. I приведена осциллограмма внутренних процессов ПТ-36 при усилии подачи 80 кг (а) и 125 кг (б).

Анализ осциллограмм показал, что коэффициент использования конструктивного хода колеблется в широких пределах и среднее значение его по многочисленным экспериментам, значительно ниже принимаемого при расчетах. При рабочем усилии подачи число холостых ударов составляет 25-30%, при понижении усилия оно стремится к 100%. Кинетическая энергия поршня при этом расходуется на повышение давления в передней камере до 50 и выше атмосфер.

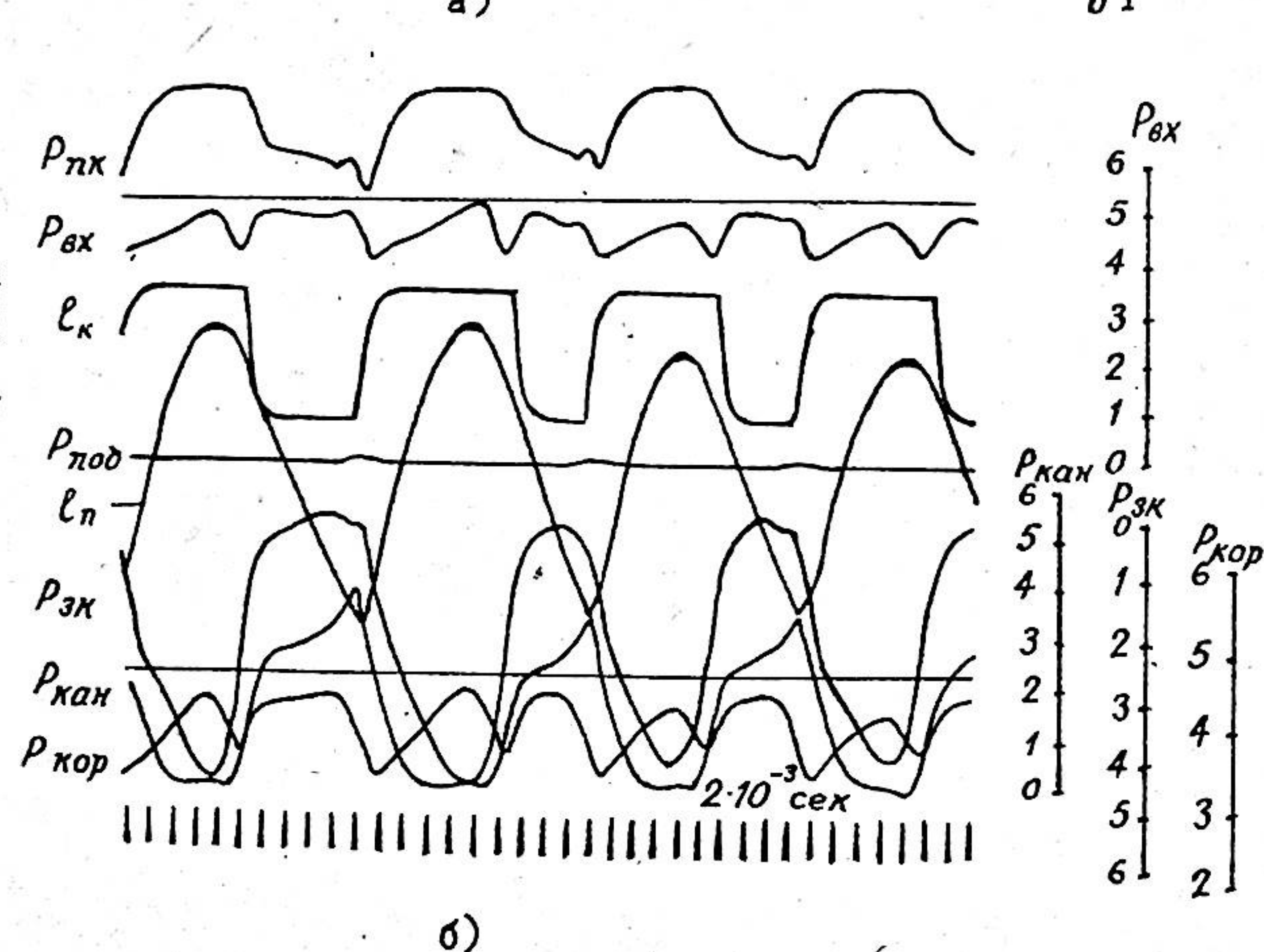
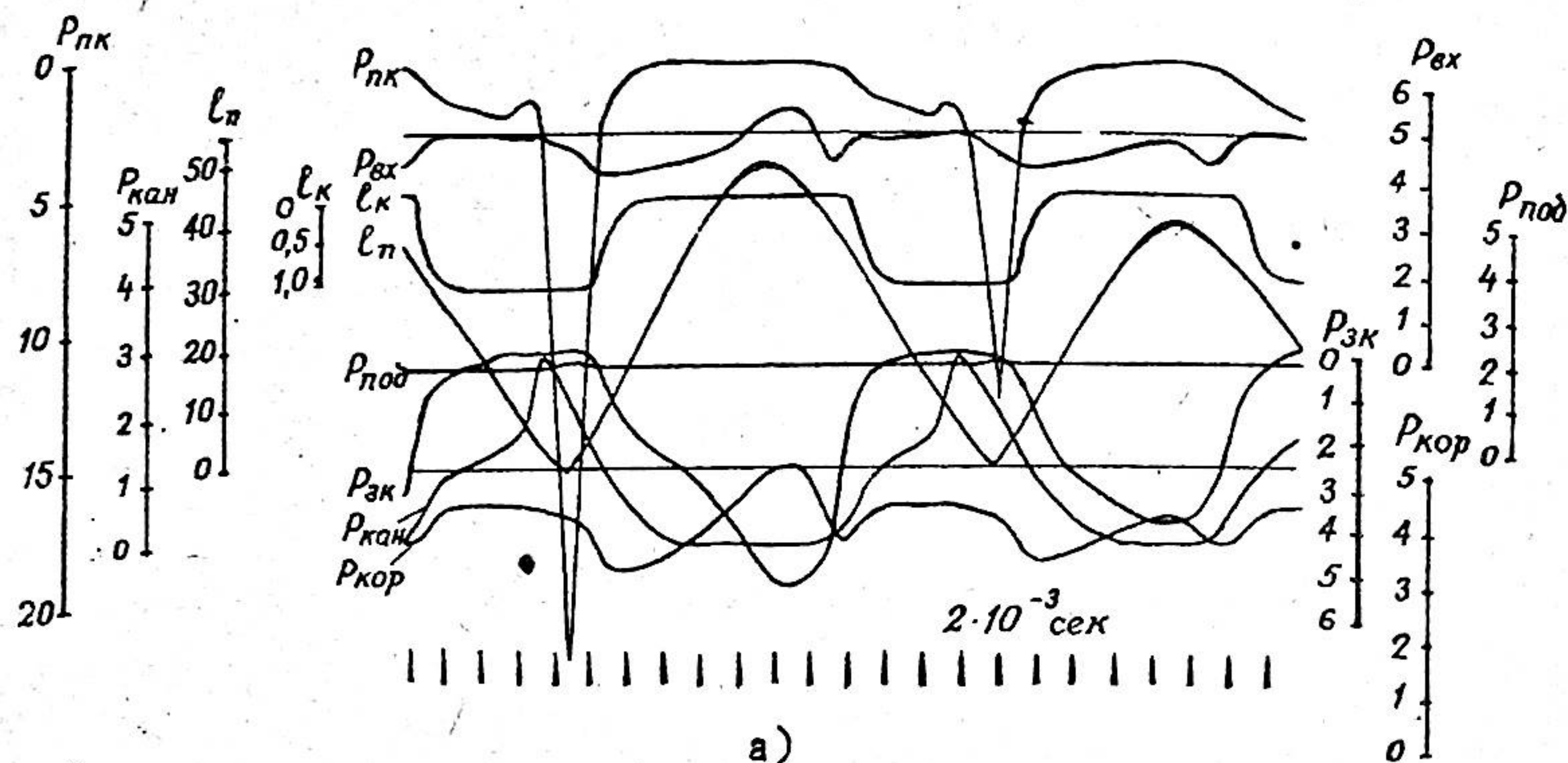


Рис. I. Характерные осциллограммы параметров внутренних процессов перфоратора ПТ-36 при бурении легкой буровой установкой с усилием подачи: а) 80 кг б) 125 кг.

При анализе параметров внутреннего процесса установлено, что скорости изменений давлений в камерах цилиндра, на входе в машину и в клапанной коробке превышает 800 - 1000 атм/сек.

Результаты обработки осциллограмм показали, что максимальной скоростью поршень обладает за 3-4 мм до момента удара в штангу, а при ударе эта скорость ниже. Снижение скорости поршня к моменту удара происходит за счет противодействия со стороны передней камеры, а также резкого падения давления сжатого воздуха на активном участке работы задней камеры. Последнее на наш взгляд происходит из-за несоответствия впускных сечений клапанного воздухораспределения объемам наполняемых рабочих камер перфораторов. Установление соответствия площадей впускных сечений объемам наполняемых камер позволит приблизить точку максимальной скорости поршня к моменту соударения и повысить давление в рабочей камере на активном участке работы ее.

В работе определены результирующие силы, действующие на клапан. Экспериментальные данные показали, что при перебросках в положение "впуск в переднюю камеру" клапан начинает перемещение при значениях результирующей силы, близком к нулю, а в начале обратной переборки на него действует ускоряющая результирующая сила, возникающая от сцепления потока в щелевом зазоре и динамического напора.

Поскольку внутренние процессы в большой мере определяются размерами впускных сечений, рассмотрим их зависимость от состояния сжатого воздуха в камере.

Уравнение, показывающее скорость изменения давления в камере в режиме расширения со впуском, имеет вид:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{kRT_c G_n - kP \frac{dV}{dt}}{V} \quad (I)$$

При работе камеры впуск в нее происходит в докритическом режиме истечения, для которого

$$G_n = \mu f \sqrt{\frac{2gk}{k-1}} \sqrt{\left(\frac{P}{P_c}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P}{P_c}\right)^{\frac{k+1}{k}}} \cdot \frac{P_c}{\sqrt{RT_c}}. \quad (2)$$

После подстановки (2) в (1) и преобразований, получим

$$\frac{dP}{dt} = \frac{AP_c \psi(\epsilon) f - k P \frac{dV}{dt}}{V}; \quad (3)$$

где

$$A = \mu k \sqrt{\frac{2gk}{k-1}} \sqrt{RT_c};$$

$$\psi(\epsilon) = \sqrt{\left(\frac{P}{P_c}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P}{P_c}\right)^{\frac{k+1}{k}}}.$$

Заменим $V = V_0 + Fx$, тогда $\frac{dV}{dt} = F \frac{dx}{dt}$.

С учетом замен

$$\frac{dP}{dt} = \frac{AP_c \psi(\epsilon) f - k P F \frac{dx}{dt}}{V_0 + Fx}, \quad (4)$$

где P - давление в камере объема V ;

T_c - температура воздуха в сети при давлении P_c ;

μ - коэффициент расхода;

f - сечение впуска;

V_0 - начальный объем;

F - сечение камеры;

x - текущая координата перемещения поршня.

На активном участке разгона поршня происходит падение давления в камере.

Положим, существует такое максимальное значение площади впуска, при котором давление на активном участке не изменяется,

т.е. $P_{нач} = P_{кон}$ и $\frac{dP}{dt} = 0$. Тогда обозначив $\left(\frac{dx}{dt}\right)_{max} = v_{max}$

и используя (4) получим:

$$AP_c \psi(\epsilon) f_{max} - k P F v_{max} = 0; \quad (5)$$

$$f_{max} = \frac{k P F v_{max}}{AP_c \psi(\epsilon)}. \quad (6)$$

Для проектных расчетов, с учетом экспериментального определения ряда величин значение площади впуска для задней камеры перфоратора найдем:

$$f_{max} = 8,92 \cdot 10^{-3} F v_{max}. \quad (7)$$

Экспериментальная проверка перфоратора с сечением впуска по выражению (7) показала, что скорость падения давления на активном участке задней камеры уменьшилась в 2-3 раза, что дало возможность приблизить точку с максимальной скоростью поршня к моменту удара.

По результатам экспериментальных исследований потерь давления на элементах воздухораспределения определены потери давлений на отдельных элементах клапанного устройства.

Глава III. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ УДАРА ПОРШНЯ ПЕРФОРАТОРА

Кинетическая энергия поршня при ударе переходит в энергию ударного импульса штанги. При этом на разрушаемый забой передается не вся энергия, генерируемая в штанге. Анализ баланса энергии показывает, что часть ее, идущая на разрушение может быть определена

$$A_2 = k_5^2 t_y - k_6^2 t, \quad (8)$$

где k, k_1 - коэффициенты, определяемые исходя из упругих свойств материала штанги и породы;

σ, σ_1 - напряжения сжатия в штанге и породе;

t_y - длительность соударения поршень-штанга;

t_c - длительность контакта штанга-порода.

Из выражения (8) видно, что увеличение длительности соударения t_y позволит увеличить эффективность разрушения горной породы. Установлено, что увеличить время соударения удастся применением двухмассного поршня.

Если представить соударение двухмассного поршня со штангой через упругие элементы, то уравнения, описывающие состояние системы, имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x}_1 &= - \frac{m_2 \ddot{x}_2 + m_3 \ddot{x}_3}{m_1 + m_2 + m_3} \\ \ddot{x}_2 &= \frac{(m_1 + m_3) \ddot{x}_2 - m_3 \ddot{x}_3}{m_1 + m_2 + m_3} \\ \ddot{x}_3 &= \frac{(m_1 + m_2) \ddot{x}_3 - m_2 \ddot{x}_2}{m_1 + m_2 + m_3} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где x - перемещения торцев соответствующих тел соударения;

Δ - сжатия соответствующих упругих элементов;

m - массы тел соударения.

Решение системы (9) может быть найдено в виде:

$$\Delta = q_1 \sin(\omega_1 t + \beta_1) + q_2 \sin(\omega_2 t + \beta_2), \quad (10)$$

или

$$\Delta = q_1 a^{(1)} e^{k_1 t} + q_2 a^{(2)} e^{k_2 t} + q_3 a^{(3)} e^{k_3 t} + q_4 a^{(4)} e^{k_4 t}. \quad (11)$$

Коэффициенты уравнений (10) и (11) определяются известными методами.

При анализе плоского соударения двухмассного поршня и штан-

ги определены выражения, характеризующие основные параметры ударного импульса.

Для случая (рис. 2), когда $\rho_2 a_2 F_2 < \rho_3 a_3 F_3 < \rho_1 a_1 F_1$ т.е.

$C_2 < C_3 < C_1$ сила ударного взаимодействия

$$N_i = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3} v_0 \left(\frac{C_1 - C_3}{C_1 + C_3} \right)^{i-1}, \quad (12)$$

а скорость плоскости соударения

$$v_i = \frac{C_1 v_0}{C_1 + C_3} \left(\frac{C_1 - C_3}{C_1 + C_3} \right)^{i-1}. \quad (13)$$

Длительность ударного импульса

$$t_{\text{уд}} = \frac{2\ell_3}{a_3} + k \frac{2\ell_2}{a_2}, \quad (14)$$

где k - количество повторных соударений тел I и 2.

Выражение (14) справедливо при условии

$$\frac{h}{v_0} + \frac{\ell_1}{a_1} = \frac{2\ell_3}{a_3}; \quad (15)$$

При условии $\frac{h}{v_0} + \frac{\ell_1}{a_1} < \frac{2\ell_3}{a_3}$ будет происходить наложение ударных импульсов от соударений тел I-3 и 2-I. При условии

же $\frac{h}{v_0} + \frac{\ell_1}{a_1} > \frac{2\ell_3}{a_3}$ по окончании времени $\frac{2\ell_3}{a_3}$

тело I начнет отскок от стержня 3. Через промежуток

$\Delta t = \frac{h}{v_0} + \frac{\ell_1}{a_1} - \frac{2\ell_3}{a_3}$ в тело I ударит стержень 2. Если количества

движений при этом будет достаточно для повторения соударения

тел I-3, то через Δt оно продолжится. Может оказаться

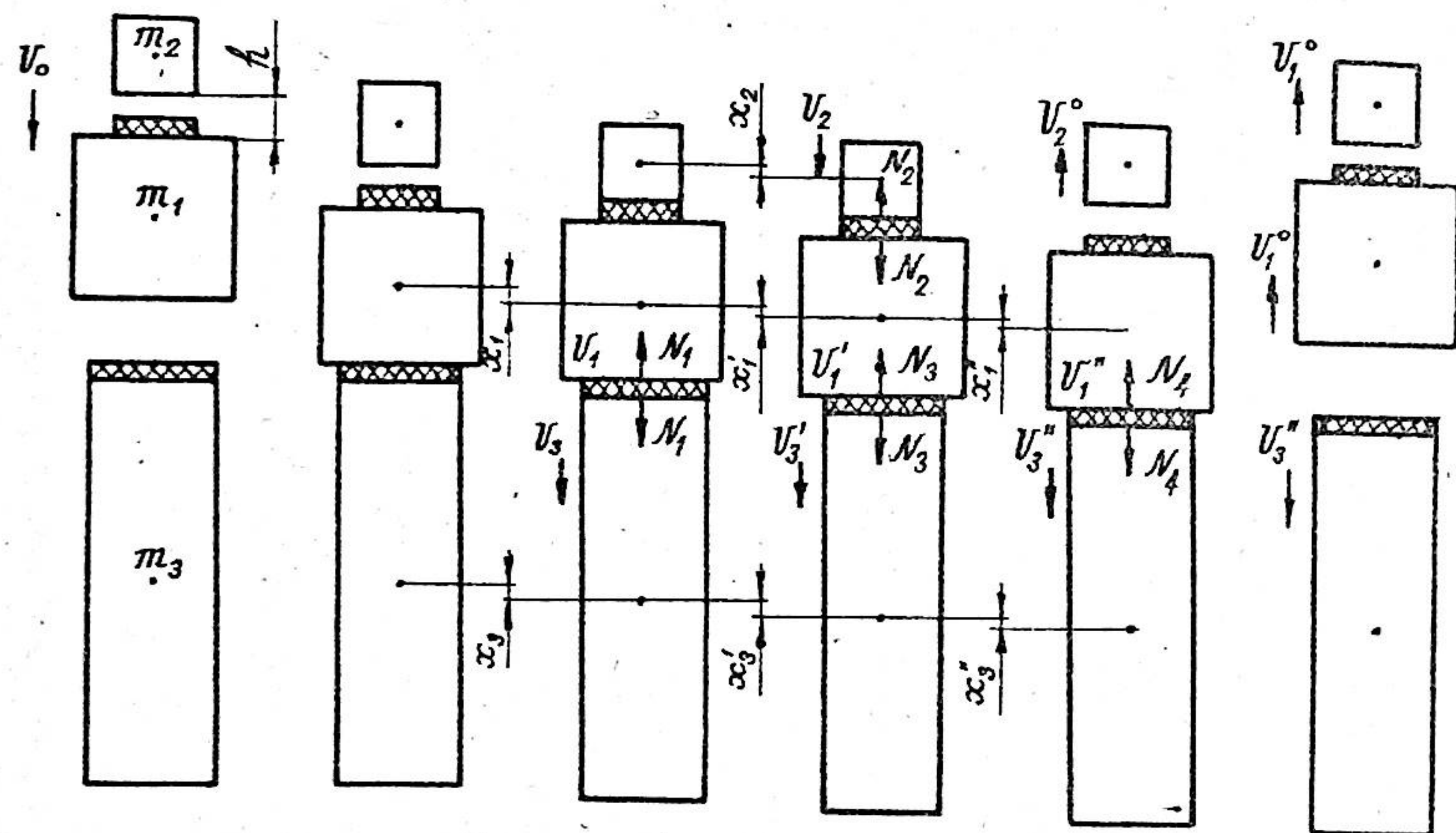
положение, когда количества движения при соударении тел 2 - I

будет не достаточно на возврат отскочившего тела I. Тогда повто-

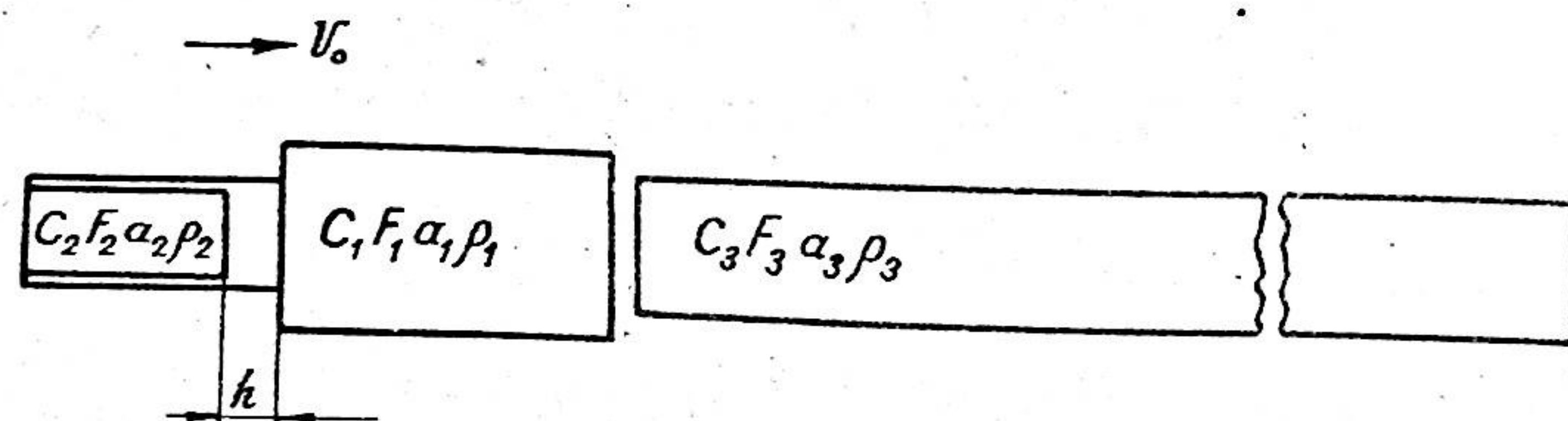
рения соударения не будет и $t_{\text{уд}} = \frac{2\ell_3}{a_3}$.

Из приведенного следует, что увеличение составляющей A_2 ,

выражение (8), будет в случае $\frac{h}{v_0} + \frac{\ell_1}{a_1} \leq \frac{2\ell_3}{a_3}$, тогда величина за-



а)



б)

Рис.2. Схемы соударений двухмассовой системы и стержня: а) при наличии на ударных торцах упругих элементов; б) при плоском ударе.

зора между телами 2 - I

$$h \leq \left(\frac{2\ell_3}{a_3} - \frac{\ell_1}{a_1} \right) v_0. \quad (16)$$

Следует учитывать, что при бурении величина ℓ_3 увеличивается и может наступить момент когда

$$h \ll \left(\frac{2\ell_3}{a_3} - \frac{\ell_1}{a_1} \right) v_0. \quad (17)$$

При этом, двухмассный поршень при соударении будет формировать ударный импульс как одномассный с массой $M = m_1 + m_2$. Критическая длина штанги в этом случае равна

$$\ell_{3kr} \gg \left(\frac{h}{v_0} + \frac{\ell_1}{a_1} \right) \frac{a_3}{2}. \quad (18)$$

Таким образом, определены зазоры между телами двухмассного поршня перфоратора и длина бурового става, при которой достигается эффект применения двухмассного поршня.

Глава IV. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУХМАССНОГО ПОРШНЯ

Для лабораторных исследований была принята конструкция двухмассного поршня, у которого в качестве дополнительной массы принят ртутный стержень. Размеры сечений и акустических жесткостей поршня и штанги подобраны так, чтобы выдерживались условия $\rho_1 a_1 F_1 > \rho_3 a_3 F_3 > \rho_2 a_2 F_2$. Герметизация камеры со ртутным стержнем была выполнена смолой ЭД-6 и резьбовой парой.

Исследования проводились на горизонтальном ударном стенде маятникового типа с постоянной скоростью удара $v_0 = 5$ м/сек.

Регистрация ударных импульсов проводилась катодным двухлучевым осциллографом С1-17 с фотоприставкой. Сигнал со штанги снимался тензодатчиками с базой 20 мм по потенциометрической схеме.

При этом прямая тарировка измерительного канала затруднена. Для оценок напряжений была произведена запись процессов соударения равных по сечению безступенчатых стержней. Величина амплитуды при этом определялась из известных соотношений. Значения среднего отношения напряжения усиления к его амплитуде использовали при определении величины ударного импульса.

Из условия (16) определена величина зазора $h \leq 1,6$ мм. Для сравнения были взяты случаи когда $h = 2,5$ и $h = 5$ мм.

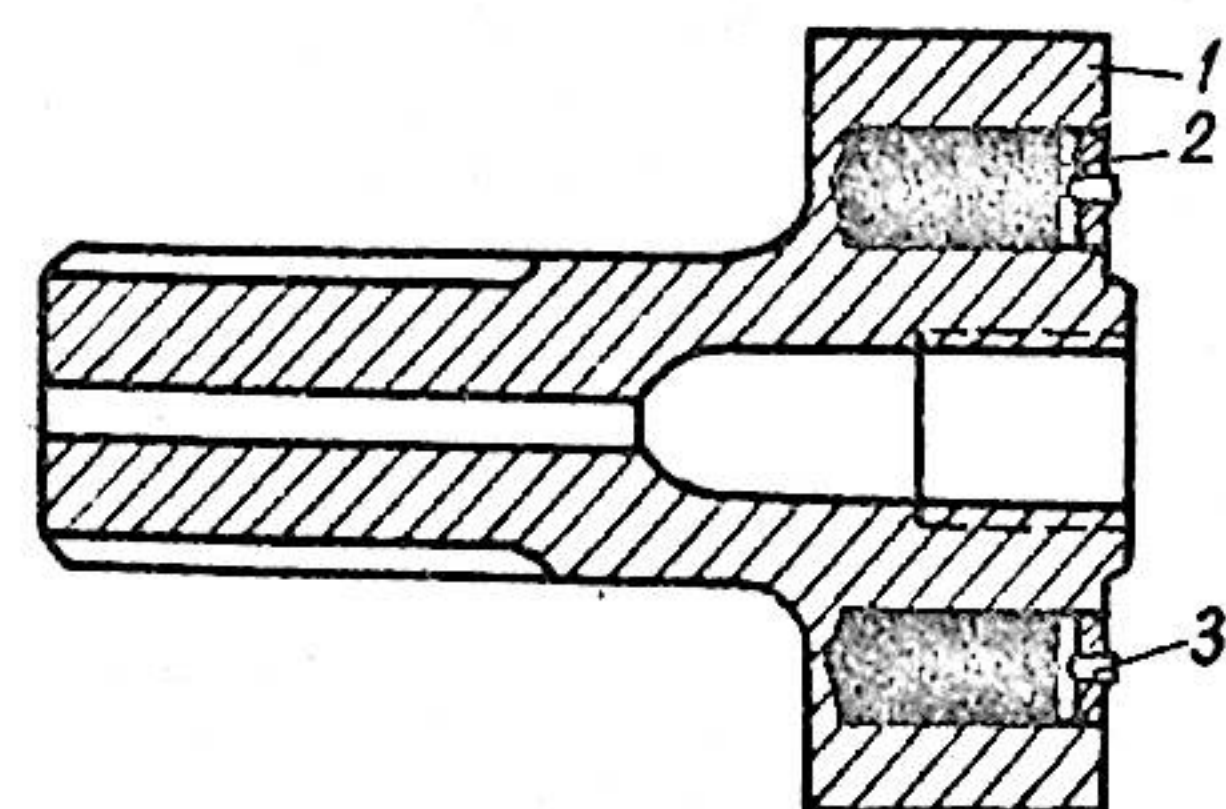
Проведенные исследования показали, что время соударения двухмассным поршнем с $h = 1,6$ мм увеличилось более чем в 2 раза по сравнению с временем соударения такой же формы и размеров одномассным поршнем.

Амплитуда напряжений ударного импульса почти не изменилась: при ударе основной массой поршня амплитуда такая же, а при повторных актах соударения она возросла на 5 - 12 %.

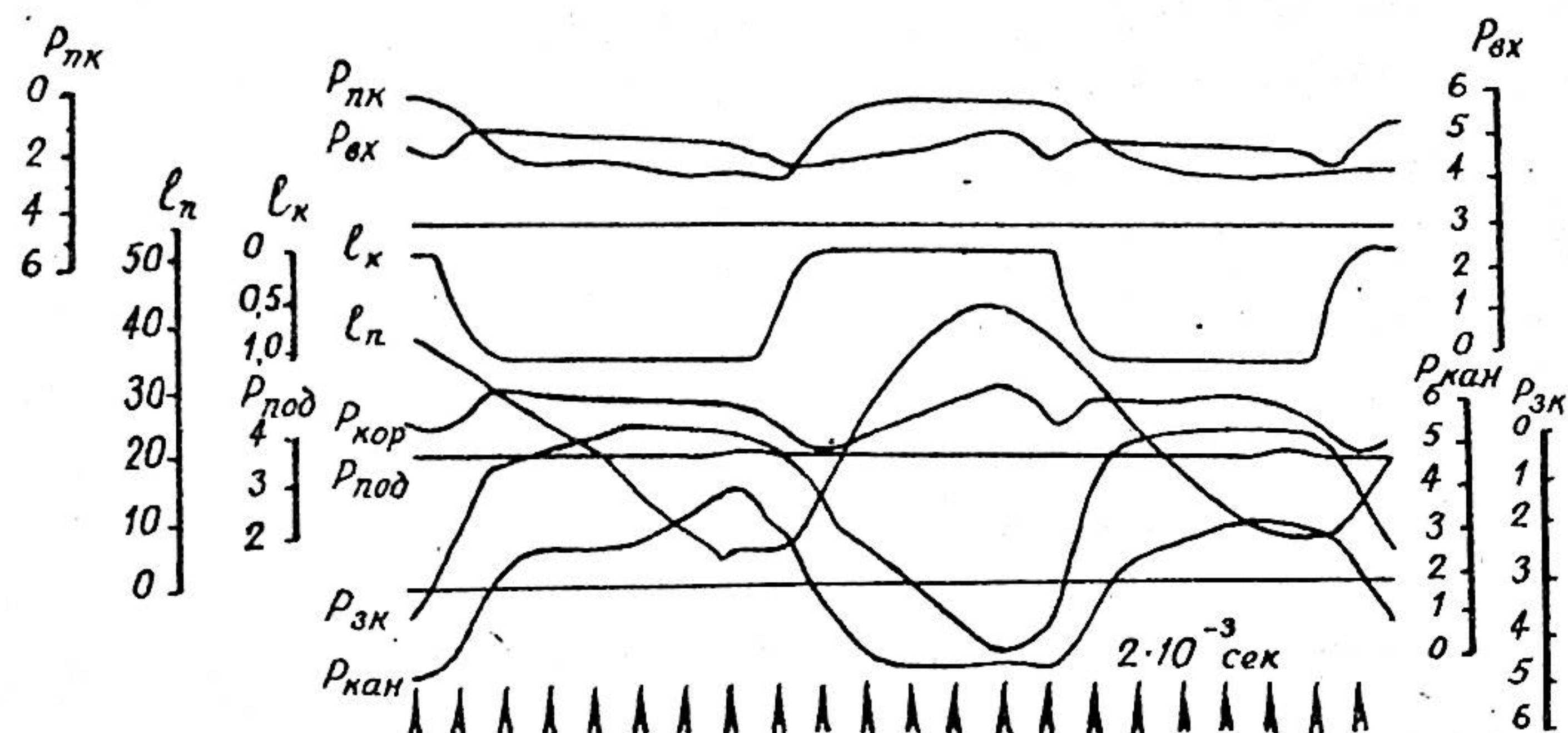
При исследовании двухмассного поршня с $h = 2,5$ и $h = 5$ мм оказалось, что общее время соударения возросло еще больше, но при этом имеются участки разрывов импульса напряжений, когда акта передачи энергии удара не происходит.

Проведенные последующие расчеты показали хорошую сходимость результатов расчета и экспериментальных данных, полученных в лабораторных условиях.

На основе проведенных теоретических и лабораторных исследований разработана конструкция двухмассного поршня для перфоратора ПТ-36 (рис.3а), состоящая из корпуса I стандартного поршня перфоратора с несколькими осесимметричными отверстиями, заполненными ртутью 2 и герметизированных пробками 3. Вес поршня при этом увеличился на 10%.



а)



б)

Рис.3. Конструкция двухмассного поршня (а) и осциллограмма (б) параметров внутренних процессов перфоратора ПТ-36 с двухмассным поршнем.

Стендовые исследования проводились при реальных условиях бурения по породе крепостью I4 - I6 по шкале проф.Протодяконова М.М. На рис.36 приведена характерная осциллограмма внутренних процессов перфоратора с двухмассным поршнем. Результаты исследований показали, что длительность цикла практически изменилась мало (на 7 %), скорость бурения увеличилась на 18 - 20 % за счет увеличения длительности соударения поршня с буровой штангой и более эффективного использования ударной энергии на разрушение горной породы.

Глава V. ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Промышленные испытания проводились в условиях шахт "Большевик" и "Октябрьская" рудоуправления ич.Коминтерна, г.Кривой Рог. Крепость пород составляла 5-I4 по шкале профессора Протодяконова М.М. и была разбита на три группы. Бурение проводилось с легкой буровой установки ЛК-68.

В одинаковых горно-технических условиях испытывались три типа перфораторов ПТ-36: серийный, тип А - с двухмассным поршнем, тип Б - с увеличенной площадью сечения впуска в заднюю камеру.

Бурение проводили одновременно с двух установок ЛК-68, одна из которых оснащена серийным перфоратором, вторая - перфоратором типа А или Б. Давление сжатого воздуха в сети при бурении поддерживалось равным 5 атм. Результаты испытаний приведены в табл. I.

Сравнение данных промышленных испытаний показали, что в зависимости от крепости пород скорость бурения увеличилась для перфоратора с двухмассным поршнем на 12-28% , для перфоратора

Табл. I

Результаты промышленных испытаний перфораторов ПТ-36 серийного, с двухмассным поршнем (А), с увеличенным сечением впуска в рабочую камеру (Б), установленных на ЛК-68

	Бурение породы	f = 5 - 8			f = 10 - 12			f = 12 - 16			
		серий- ный	А	Б	серий- ный	А	Б	серий- ный	А	Б	
Шахта "Большевик"											
Объем наблюдений	а) пробурено скважин	пм	80,2	83	67	45	41,5	37	13	12,5	15
	б) затрачено времени	мин.	177	164,5	136,0	170	123	121,3	77,5	61,5	76,5
	Средняя машинная скорость	м/мин	0,454	0,506	0,493	0,264	0,224	0,305	0,168	0,203	0,183
в % к серийному		100%	112%	108,5%	100%	123%	115%	100%	121%	109%	
Шахта "Октябрьская"											
Объем наблюдений	а) пробурено скважин	пм	122	92	98	60,7	67	50	17	15,5	16
	б) затрачено времени	мин.	222	152,5	174	216	185	151	81,5	61,5	73
	Средняя машинная скорость	м/мин.	0,51	0,601	0,563	0,281	0,362	0,331	0,208	0,252	0,219
в % к серийному		100%	117%	108,6%	100%	128%	117,6%	100%	120,5%	104,5%	

с увеличенной площадью впускных сечений в заднюю камеру на 6-17%. Наибольший эффект увеличения скорости бурения для обоих типов перфораторов наблюдался при бурении пород и руд крепостью 10-12.

Для определения эксплуатационной прочности герметизация двухмассного поршня, последний испытывался в двух исполнениях: 1) герметизация смолой ЭД-6 с резьбовой парой; 2) герметизация резьбовой парой с последующей запайкой латунью Л62. Испытания показали низкую (всего 25 - 30 м скважины) эксплуатационную прочность герметизации смолой ЭД-6. Герметизация пайкой латунью Л62 показала хорошую эксплуатационную стойкость. Протечек ртути не наблюдалось до конца промышленных испытаний при бурении около 900 м скважин.

Измерение расхода сжатого воздуха при увеличенной площади сечения впуска проводилось при стендовых испытаниях в буровой лаборатории института Гипрорудмаш, г.Кривой Рог, на горизонтальном буровом стенде. Испытания показали, что при бурении опытным перфоратором отмечено повышение расхода воздуха по сравнению с серийным на 6-10%.

Расчет экономической эффективности применения результатов исследований с учетом дополнительных расходов на изготовление двухмассного поршня и изменения размеров впускных сечений клапанного устройства показал, что годовой экономический эффект только для условий Криворожского бассейна составит около 300 тыс.рублей.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Из проведенных в настоящей работе исследований перфоратора вытекают следующие выводы и рекомендации:

1. На разрушение горной породы используется незначительная часть ударной энергии, генерируемой поршнем перфоратора. Величина

этой части энергии зависит от параметров ударного импульса. Генерация импульсов необходимой формы и длительности позволяет увеличить машинную скорость бурения.

2. Для получения более полной характеристики параметров внутренних процессов перфоратора в реальных условиях бурения необходимо применять индуктивные датчики перемещения поршня и клапана. Такие датчики позволяют получить скорости перемещений с высокой точностью и не влияют на контролируемые объекты.

3. Принятая в работе методика исследований, датчики и аппаратура для измерений параметров внутренних процессов позволяют получать их значения с достаточной степенью точности.

4. Установлено, что при рекомендуемых рабочих усилиях подачи перфоратора коэффициент использования конструктивного хода значительно меньше расчетного и составляет 0,56-0,7, а количество холостых ударов 25 - 30 %.

5. Экспериментально установлено, что поршень серийного перфоратора получает максимальную кинетическую энергию за 3-4 мм до момента соударения с буровой штангой. К моменту удара 15 - 20 % кинетической энергии поршня расходуется на преодоление сопротивления в передней камере.

6. Теоретически установлена зависимость величины площади сечения впуска от площади сечения рабочей камеры и максимальной скорости перемещения поршня. Применение этой зависимости позволяет значительно сократить время экспериментального подбора воздухораспределения для перфоратора.

7. Экспериментально с достаточной степенью точности подтверждены теоретические выводы по подбору величины площади сечений впуска.

8. Увеличение площади впускного сечения в рабочую камеру позволило увеличить коэффициент использования конструктивного хода и количества энергии, передаваемой в буровую штангу, уменьшить количество холостых ударов. В результате этого машинная скорость бурения возрастает в среднем на 10%.

9. На основании теоретического и экспериментального исследования баланса энергии импульса установлено, что увеличение количества энергии, идущей на разрушение горной породы, достигается увеличением времени соударения поршня с буровой штангой, для чего рекомендуется двухмассный поршень. При этом габаритные размеры перфоратора не увеличиваются.

10. Теоретически разработана и экспериментально проверена методика определения основных параметров ударного импульса двухмассного поршня. Определены условия, при которых достигается эффект применения двухмассного поршня. Установлено, что сходимость теоретических и экспериментальных результатов высокая.

11. Изготовлены и испытаны в промышленных условиях двухмассные поршни перфоратора ПТ-36. Установлено, что при применении ртути в качестве второй массы герметизацию камер целесообразно производить пайкой латуни Л62.

12. Установлено, что применение двухмассного поршня увеличивает длительность ударного импульса в 2 и более раз. При этом, машинная скорость бурения увеличивается в среднем на 18-20%.

13. Внедрение разработанных рекомендаций при конструировании, изготовлении и ремонте перфораторов с клапанным воздухораспределением позволит получить годовой экономический эффект по Криворожскому железорудному бассейну около 300 тыс. рублей.

Результаты диссертационной работы докладывались и были одобрены научно-техническими конференциями ДГИ и ФИМ УССР в 1967, 1968 и 1970 гг. и на Всесоюзном симпозиуме по пневматическим (газовым) приводам и системам управления, г. Тула, 1968.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Исследование и разработка централизованного изготовления бурового инструмента. Реферативный сборник научно-исследовательских работ ДГИ, Недра, 1967 (соавторы Шилов П.М., Огарков Е.Ф., Холоша В.И., Гончаренко А.А., Лавриненко М.З.).

2. Исследование баланса энергии пневматических машин ударного действия и бурового инструмента к ним с целью повышения их производительности и надежности. Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах ВУЗов УССР, Киев, 1968 г. (соавторы Шилов П.М., Шутько А.Ф., Холоша В.И., Ляш И.С., Надольный Г.Е.).

3. Промышленные испытания новых типов пневмоударных буровых коронок. ИВУЗ. Горный журнал, № II, 1968 г. (соавторы Холоша В.И., Шилов П.М., Ляш И.С. и др.).

4. Износостойкость и точность заточки пневмоударных буровых коронок. Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в ВУЗах УССР, Киев, 1968 (соавторы Холоша В.И., Шутько А.Ф., Шилов П.М., Ляш И.С.).

5. О влиянии точности изготовления и заточки буровых коронок на производительность пневмоударного бурения. ИВУЗ. Горный журнал, № I, 1969 г. (соавторы Холоша В.И., Шилов П.М., Шутько А.Ф. и др.).

6. Исследование КПД передачи энергии удара и напряженного состояния бурового става (соавторы Шилов П.М., Ляш И.С., Холоша В.И. и др.). Реферативная информация, выпуск 4, ИТИ, Киев, 1970 г.

7. Решение Комитета по делам изобретений и открытий при Совете министров СССР от 23 августа 1970 г по заявке №1419734/22-3 "Двухмассный поршень" о введении авторского свидетельства на "Поршень для машин ударного действия". Классы 5в 3/24, 5в 3/04.

8. Определение напряжений изгиба в буровых штангах. Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в Вузах УССР. Выпуск У, Киев, 1971г. (соавторы Холоша В.И., Шутько А.Ф., Шилов П.М.).

9. Совершенствование бурения глубоких взрывных скважин телескопными перфораторами. Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в ВУЗах УССР. Выпуск У, Киев, 1971г. (соавторы Лян И.С., Холоша В.И., Надольный Г.Е., Шутько А.Ф., Шилов П.М.).

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

1. Исследование баланса энергии пневматических машин ударного действия и бурового инструмента к ним с целью повышения их производительности и надежности. Отчеты по теме №798 чч. I, II, III, IV за 1966, 1967, 1968, 1969 гг.

2. Экспериментальные и теоретические исследования перфоратора с клапанным воздушным распределением с целью повышения его производительности и надежности. Отчет по госбюджетной теме, 1970г.

3. Исследование колонкового перфоратора с независимым вращением с целью повышения производительности и надежности. Отчет по теме № 214 за 1970г.

БТ 21908. Подписано к печати 23.11.71 г. Заказ № 143.
Тираж 180. Множественная лаборатория Днепропетровского
горного института им. Артема.
г. Днепропетровск, пр. Карла Маркса, 19. Ответственный за
выпуск Метелин Е.П.