Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института т. XXXIII, вып. I, 1956 г.

К ПОСТАНОВКЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ЗАЧЕРПЫВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ

В. Д. Зиневич

Процесс зачерпывания или захвата с помощью ковша горной массы, находящейся до некоторой степени в нарушенном состоянии сцепления между частицами, является одним из звеньев в цепи процессов по добыче полезных ископаемых. Однако он не получил достаточного освещения в технической литературе. Сравнительно слабо разработаны и смежные области, например теория резания грунтов.

Исследовательские работы о погрузочных машинах не углубляются дальше регистрации режима работы машин, не исследуют соответствия машины забою, не анализируют отдельные стадии погрузки и поэтому не могут дать обоснования теоретическому представлению о процессе погрузки, о величинах и характере возможных усилий и методике расчета вновь проектируемых погрузочных машин. Эксперименты с моделями элементов рабочих органов погрузочных машин (опубликованные до настоящего момента) являются только первыми шагами систематического изучения процесса зачерпывания, так как условия экспериментов не могут соответствовать действительной обстановке работы погрузочных машин.

Сложность характеристики состояния сыпучих тел, а тем более горных масс, до настоящего времени не позволяет познать законы моделирования процесса зачерпывания, которые давали бы возможность результаты лабораторных исследований широко распространять на машины, работающие в эксплуатационных условиях. Поэтому выводы, полученные при исследовании моделированных процессов, при которых доступны широкие диапазоны изменения изучаемых факторов, требуют проверки в производственных условиях, где возможен уже менее широкий диапазон изменений.

Сочетание исследований на моделях с проверкой в натуре обеспечивает практически несравненно более высокие результаты, чем отдельное проведение исследований только в натуре или только на моделях.

Предпосылки к методике лабораторных работ. Работу погрузочной машины можно рассматривать как последовательное (но возможно и параллельное) выполнение пяти рабочих движений.

1. Внедрение ковша в раздробленную взрывом горную массу на глубину, обеспечивающую заполнение всего объема ковша. Ковш производит работу: а) по перемещению и выворачиванию кусков, находящихся внутри горной массы и расположенных в основном выше линии движения кромки ковша; б) по преодолению трения о горную массу.

Таблица

Перечень величин, характеризующих процесс зачерпывания массы и методика их измерения на лабораторной установке

Исследуемая величина	Единица измерения	Диапазон изменения	Метод измерения	Примечание
Основные показатели процесса зачерпывания				
Производительность на единицу	*т/час·м*³		Взвешивание зачерпнутого материала	
Усилие внедрения емкости	*кг/м*³		Динамограф или осциллограф	
Усилие вывода ковша			То же	
Затрата работы на зачерпывание	*квт-ч/м*³	—	Вычисление по динамограмме и траектории ковша	Возможно применение ваттметра
Факторы, влияющие на основные показатели				
Размеры и форма ковша:				
емкость	*м*³	0,004—0,010	Обмер ковша линейкой	
ширина днища	*м*	0,015—0,030	То же	Наличие зубьев учитывается
глубина	*м*	0,010—0,030		
угол задней стенки с днищем	град.	30—60		
угол боковых стенок с днищем		90—45		
угол резания (внедрения)		0—45		
Режим зачерпывания (внедрения и вывода ковша):				
скорость внедрения ковша	*м/сек*	0,1—2,0	Отметчик пути (в динамографе)	
скорость вывода ковша		0,1—2,0	Отметчик пути или число оборотов двигателя в 1 мин.	
Начальный угол траектории вывода ковша	град.	0—30		
Горная масса:				
твердость	Шкала М. М. Протодьяконова	2—16	Проба	
гранулометрический состав		5—16	Просеивание	
высота слоя		0 - 500	Обмер линейкой	
сцепление кусков				Добавление вяжущи веществ

2. Вывод заполненного ковша из горной массы. При этом затрачивается работа: а) на подъем заполненного ковша; б) на перемещение соприкасающихся с ковшом слоев; в) на преодоление трения.

3. Транспортирование ковша к месту выгрузки с затратой работы на подъем ковша.

4. Выгрузка ковша наклоном или опрокидыванием с возможным использованием силы тяжести или удара о буфер для сообщения содержимому кинетической энергии отдельно от ковша.

5. Возврат ковша в исходное положение.

Изучению должны быть подвергнуты все движения ковша и в первую очередь наиболее важные — движение по внедрению и выводу ковша, определяющее заполнение ковша, а следовательно, и его производительность.

Примерный перечень подлежащих изучению факторов приведен в таблице. Влияние каждого из факторов на исследуемые параметры зачерпывающего рабочего органа необходимо изучать таким образом, чтобы изменялся только один из этих факторов при сохранении постоянными всех остальных. Для этого требуется регистрация всех факторов, характеризующих работу зачерпывающего органа.

Необходимое оборудование лабораторной установки. Главными частями стенда являются: 1) короб с горной массой, моделирующей забой; 2) тележка, перемещающаяся над коробом и имеющая привод ковша и приборы; 3) передаточное устройство, возвращающее погруженную горную массу в бункер над коробом.

Дно короба должно быть разборным для удобства выгрузки ковша на ленточный конвейер, установленный под коробом.

Кинематическая схема привода ковша приведена на рис. 1. Горизонтальное перемещение ковш совершает вместе с тележкой, которая передвигается вдоль направляющих с помощью установленной на ней электролебедки и троса, закрепленного на каркасе стенда.

Модель ковша *3* закрепляется на опрокидывателе *2* подъемной рамы, являющейся рычагом, который обеспечивает вывод ковша по траектории в виде дуги окружности большого радиуса, близкой к прямой. Перестановкой центра поворота этого рычага можно изменить начальный угол вывода ковша.

При внедрении модели ковша *3* в горную массу подъемная рама *5* находится в нижнем крайнем положении, опираясь на нижний ограничитель *11*. Опрокидыватель *2* не может повернуться, так как его палец упирается в нижний выступ *4* на подъемной раме.

Для вывода модели ковша из горной массы включаются барабаны лебедки *7* наматывающие трос *1*. Причем поворот подъемной рамы происходит до упора в верхний ограничитель *11*. Во время поворота, подъемной рамы *5* опрокидыватель не может повернуться, так как его удерживает груз *9*, подвешенный на тросе *6*, пропущенном через ролики *8*.

После того как подъемная рама остановилась у ограничителя *11*, тросом *1* начинается поворот опрокидывателя *2*. При этом электролебедка *7* преодолевает вес груза *9*. Отмеченная последовательность поворота сначала подъемной рамы, а затем опрокидывателя достигается соответствующей установкой роликов *12* и подбором веса груза *9*.

При обратном вращении барабанов электролебедки *7* возврат ковша в исходное положение происходит в обратном порядке.

Модель должна иметь конструкцию, позволяющую изменять тригонометрические и геометрические размеры ковша, а также устанавливать зубья.

Приборы для регистрации усилий и перемещений ковша следует применять в виде двух параллельных систем, одна из которых явится контрольной. Можно рекомендовать осциллограф для контрольной системы

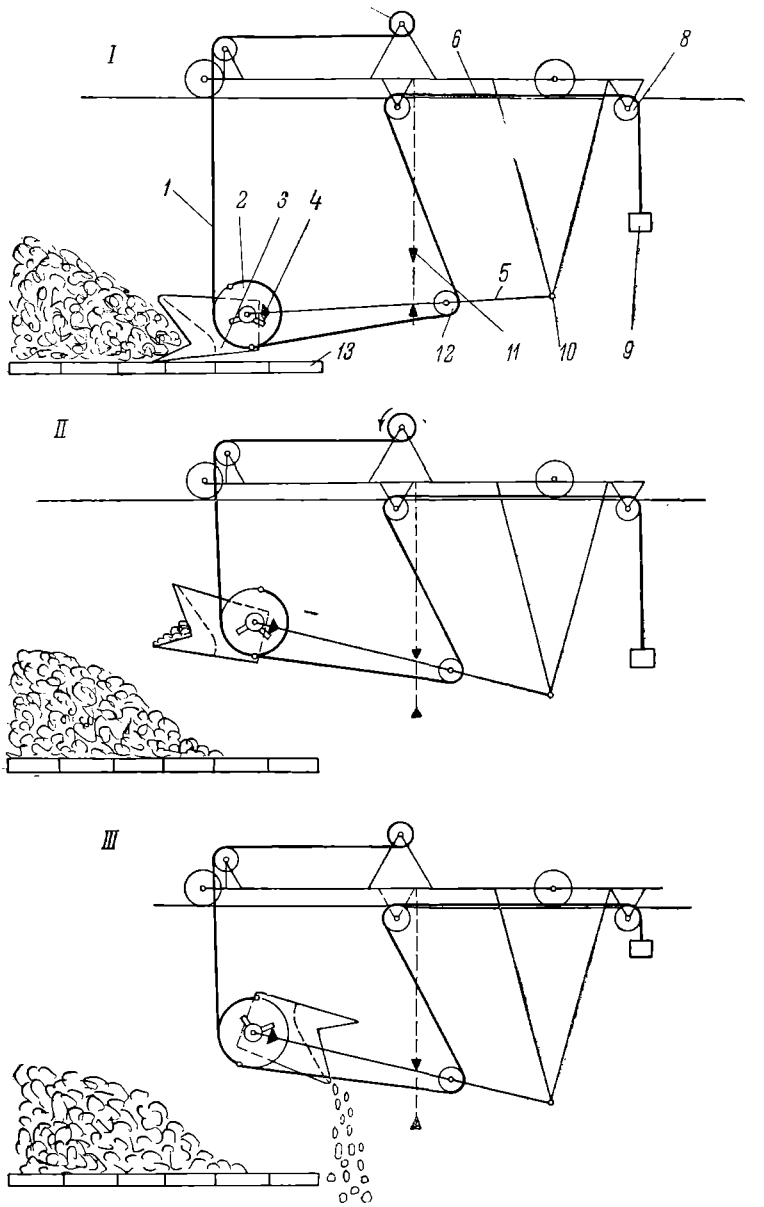


Рис. 1. Кинематическая схема привода ковша:

1 — трос лебедки; *2* — опрокидыватель; *3* — модель ковша; *4* — ограничитель; *5* — подъемная рама; *6* — трос груза; *7* — барабан лебедки; *8* — отводные ролики; *9* — груз; *10* — шарнир подъемной рамы; *11* — ограничитель; *12* — регулировочный ролик; *13* — разборный короб; *I* — момент внедрения; *II* — момент подъема; *III* — момент опрокидывания

и пружинный динамограф с гидравлической передачей усилий от датчиков — для рабочей. Динамограф должен при экспериментах работать непрерывно, а осциллограф в основном используется для единичных экспериментов.

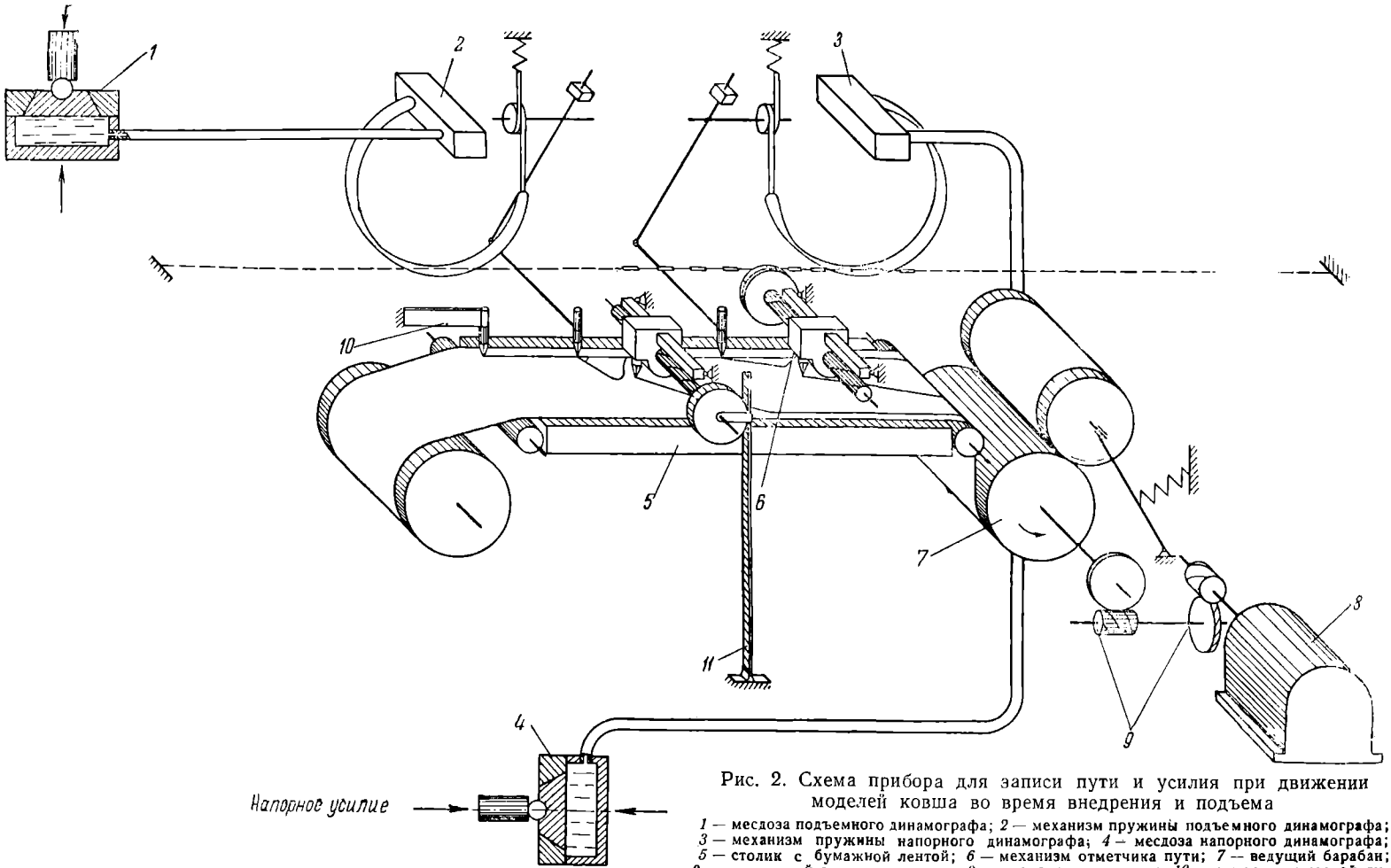


Рис. 2. Схема прибора для записи пути и усилия при движении моделей ковша во время внедрения и подъема

1 — месдоза подъемного динамографа; *2* — механизм пружины подъемного динамографа; *3* — механизм пружины напорного динамографа; *4* — месдоза напорного динамографа; *5* — столик с бумажной лентой; *6* — механизм отметчика пути; *7* — ведущий барабан; *8* — синхронный электродвигатель; *9* — червячная передача; *10* — отметчик нулевой линии на ленте; *11* — рейка механизма отметчика высоты подъема (укреплена на подъемной раме)

Динамограф может быть выполнен по схеме рис. 2. Бумажная лента движется вдоль стола с постоянной скоростью при помощи системы катушек, вращаемых синхронным электромоторчиком. Для записи горизонтальных и вертикальных перемещений модели ковша служат отметчики, перья которых соединены с гайками, имеющими движение вдоль винта. Винты получают вращение в одном случае пропорциональное перемещению тележки (от шкива с гибкой нитью), в другом — пропорциональное повороту подъемной рамы (от шестерни и рейки, установленных на подъемной раме).

Запись усилий напора и подъема производится перьями, получающими перемещение от пружин в виде гнутых трубок эллиптического сечения. Пружины деформируются пропорционально давлению находящейся в них жидкости, которое вызывается действием определенной части усилий напора или подъема на жидкость через мембрану или диафрагму месдозы. Для этого месдозы нужно поставить под осью опрокидывателя и под осью отводного ролика с подъемным тросом.

Выводы. Процесс зачерпывания горной массы ковшом изучен недостаточно. Первоначальные исследования практически удобнее вести на моделях в лабораторных условиях — для получения возможно большего диапазона изменения отдельных параметров. Дальнейшие исследования, а также проверку выводов лабораторных испытаний необходимо проводить на натурных машинах.

Практика проведения экспериментов в институте ВНИИГОРМЕТ в содружестве с Ленинградским горным институтом показала, что рассмотренная принципиальная схема лабораторной установки обеспечивает проведение всестороннего исследования и получения экспериментальных результатов для теоретического обобщения и развития теоретических основ широко применяемого в горном деле процесса зачерпывания.