

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

МАШИНЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО И ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Лабораторные работы
для студентов 2 курса специальностей 270205 и 270105
дневной формы обучения



Тамбов
Издательство ТГТУ
2006

ББК О 311-06-5я75-5
Л93

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент
А.В. Худяков

Составители:

Т.И. Любимова, А.Ф. Зубков

Л93 Машины для дорожного и городского строительства: Лабораторные работы / Сост.: Т.И. Любимова, А.Ф. Зубков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2006, 32 с.

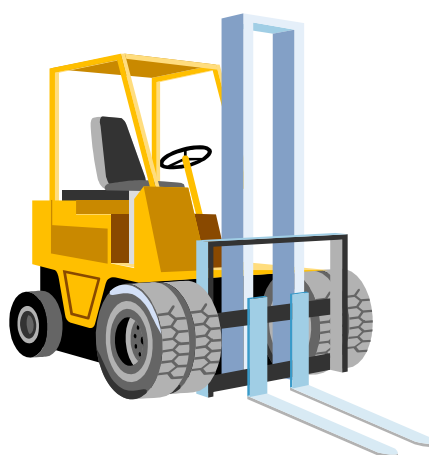
Даны методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Дорожные машины и производственная база".

Предназначены для студентов 2 курса специальностей 270205 и 270105 дневной формы обучения.

ББК О 311-06-5я75-5

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ), 2006

МАШИНЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО И ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА



• Издательство ТГТУ •

Учебное издание

МАШИНЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО И ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Лабораторные работы

С о с т а в и т е л и:
ЛЮБИМОВА Татьяна Ивановна,
ЗУБКОВ Анатолий Федорович

Редактор З.Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Е.В. Кораблева

Подписано к печати 05.05.2006.
Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84/16. Бумага газетная.
Печать офсетная. Объем: 1,86 усл. печ. л.; 1,75 уч.-изд. л.
Тираж 50 экз. С. 187

Издательско-полиграфический центр ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

РАСЧЕТ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ (ГРУЗОПОДЪЕМНАЯ ЛЕБЕДКА)

Цель работы: изучение конструкции грузовой лебедки строительного крана; определение усилий в полиспастах; приобретение навыков проведения экспериментальных исследований.

Материальное оснащение: строительная лебедка, полиспаст, измерительная аппаратура, набор инструментов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Лебедки широко применяются в строительстве для вертикального и горизонтального перемещения груза. Во многих строительных машинах, например в экскаваторах и кранах, лебедки являются встроенными в машину узлами, служащими для привода в действие рабочего оборудования.

Строительная лебедка состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, зубчатой передачи, фрикционной муфты, тормоза ленточного, барабана, храпового стропового устройства, винтового механизма осевого перемещения барабана для замыкания фрикционной муфты.

Тяговое усилие на барабане лебедки определяется величиной натяжения каната, сбегающего с полиспаста,

$$S_{\text{л}} = (Q + q)/l\eta, \text{ кН},$$

где Q – вес поднимаемого груза, кН; $q \approx 0,05Q$ – вес подвесных (захватных) приспособлений, кН; l – кратность полиспаста, определяется по схеме запасовки каната; η – к.п.д. полиспаста, определяется по формуле

$$\eta = \eta_{\text{б}}^n,$$

где n – число блоков; $\eta_{\text{б}}$ – к.п.д. блока.

Схема запасовки каната представлена на рис. 1.

Величина к.п.д. полиспаста наиболее существенно зависит от потерь в опорах блоков. Практически можно принять:

- при опорах блоков на подшипниках качения $\eta_{\text{б}} = 0,97 \dots 0,98$;
- при опорах блоков на подшипниках скольжения $\eta_{\text{б}} = 0,94 \dots 0,96$.

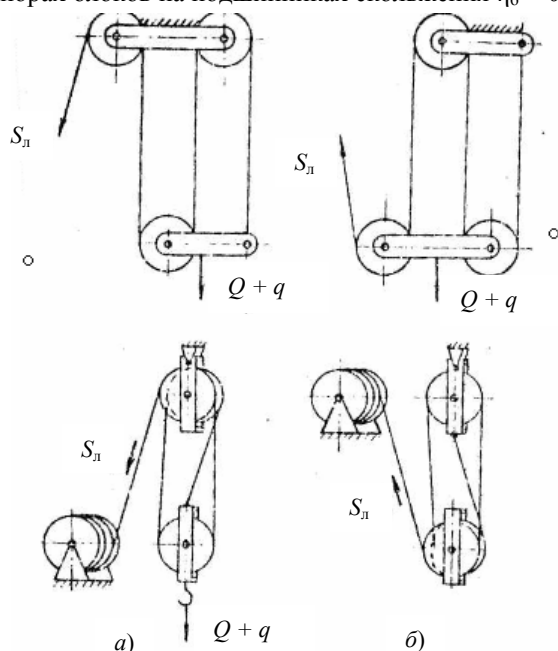


Рис. 1 Схемы запасовки каната:

а – лебедка ниже полиспаста, $l = 3$; б – лебедка выше полиспаста, $l = 4$

Канат подбирается из условия прочности

$$S_{\text{разр}} \geq K S_{\text{л}},$$

где $S_{\text{разр}}$ – разрывное усилие, кН; $S_{\text{л}}$ – максимальное рабочее усилие в ветви каната (на лебедке), кН; K – коэффициент запаса прочности, принимаемый по нормам Госгортехнадзора в зависимости от назначения каната и режима работы механизма (см. табл. 1).

1 Коэффициент запаса прочности стальных канатов

Назначение канатов	Режим работы	Значение K каната
Грузовой канат для кранов, лебедок, полиспастов	Легкий	5
	Средний	5,5
	Тяжелый	6,0
Канаты лебедок для подъема людей		9,0

Для уменьшения напрягающих напряжений в канате ограничивают минимальный диаметр барабана, который определяют по формуле

$$D_6 > ed_k,$$

где D_6 – диаметр барабана, измеряемый по центрам первого слоя навивки каната; e – коэффициент, принимаемый по нормам Госгортехнадзора в зависимости от типа грузоподъемной машины и режима ее работы. В частности, для лебедок при машинном приводе $e = 20$, если лебедка предназначена для подъема грузов, и $e = 25$, если она предназначена для подъема людей (независимо от режима работы).

Диаметр рабочей поверхности барабана $D_{бр} = D_6 - d_k$.

Рабочая длина барабана определяется требуемой длиной навиваемого каната и зависит от числа слоев навивки каната, диаметра барабана и диаметра каната. Требуемая длина каната определяется заданной высотой подъема груза и кратностью полиспаста $L = lH$.

Рабочая длина барабана при однослойной навивке

$$L_6 = (Z + L/\pi D_6)d_k$$

и при многослойной навивке

$$L_6 = Ld_k/\pi m(D_6 + d_k m),$$

где $Z = 2$ – число запасных витков; m – число слоев навивки каната.

Наиболее благоприятные условия для работы каната обеспечиваются при однослойной навивке. Поэтому первоначально делают расчет в предположении однослойной навивки. Из условия же прочности барабана на изгиб его длину ограничивают величиной $L_6 \leq 3D_6$. Поэтому после первого расчета делают проверку по этому условию и, если необходимо принимают подходящее число слоев навивки и снова определяют рабочую длину барабана.

Высота реборды принимается по формуле

$$h_p = (m + 2)d_k,$$

Скорость подъема груза определяется скоростью намотки каната на барабан и кратностью полиспаста. В свою очередь, скорость намотки каната определяется скоростью вращения барабана и его диаметром. При однослойной навивке

$$v_r = v_k/l = \omega_6 D_6 / 2l.$$

При многослойной навивке скорость несколько изменяется с изменением диаметров слоев навивки. При отсутствии специальных требований вычисляют среднюю скорость

$$v_r = v_{кр}/l = \omega_6 D_{ср} / 2l = \omega_6 (D_6 + md_k) / 2l.$$

Для определения угловой скорости барабана необходимо вычислить передаточное число редуктора привода, состоящего из двух ступеней $l_{ред} = l_1 l_2$, тогда $\omega_6 = \pi n / 30 l_{ред}$.

Зная скорость подъема груза, можно вычислить продолжительность подъема $t = H/v_r$.

Требуемая мощность электродвигателя определяется с учетом коэффициента полезного действия лебедки и полиспаста:

$$N_{дв} = (Q + q)v_r/\eta_l \eta_n,$$

где $\eta_l = \eta_{ред} \eta_{бар}$ – к.п.д. лебедки; $\eta_{ред}$ – к.п.д. редуктора; $\eta_{бар} \approx 0,90$ – к.п.д. барабана.

В свою очередь,

$$\eta_{ред} = \eta_{подш}^n \eta_{пер} = \eta_{подш} \eta_{1пер} \eta_{2пер} \eta_{3пер} \dots,$$

где $\eta_{подш} \approx 0,99$ – к.п.д. одной пары подшипников качения; n – количество пар подшипников, подсчитываемое по схеме редуктора; $\eta_{пер}$ – к.п.д. отдельных передач редуктора, в частности, для клиноременной передачи $\eta_{к.п} \approx 0,90$, для зубчатой пары $\eta_{з.п} \approx 0,94$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 В экспериментальной части работы провести тарировку измерительной аппаратуры и определить усилия в ветви каната при перемещении груза. Результаты измерений занести в табл. 2.

2 Результаты экспериментальных измерений

№ опыта	<i>l</i> кратность полиспаста	№ замера	Масса перемещаемого груза	Результаты измерений
1	2	3	4	5

2 Заполнив табл. 2 экспериментальными данными, построить график зависимости (рис. 2)

$$S_k = f(l).$$

S

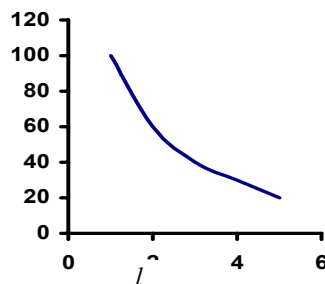


Рис. 2 Зависимость усилия в ветви каната от кратности полиспаста

3 В предлагаемом расчете усилий каната определить расчетные значения в ветвях полиспаста в зависимости от его кратности. По полученным данным построить график, который накладывается на график, построенный экспериментальным путем. На основании полученных результатов провести анализ зависимостей (экспериментальных и теоретических).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Описать принципы работы строительной лебедки.
- 2 Перечислить условия браковки канатов.
- 3 Классификация тягового органа строительной лебедки (каната).

Лабораторная работа 2

ИЗУЧЕНИЕ И БРАКОВКА КАНАТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Цель работы: закрепление знаний, полученных в лекционном курсе «Подъемно-транспортные машины» по разделу «гибкие тяговые органы»; приобретение практических навыков по браковке канатов строительных и дорожных машин и изучение методики проверки правильности крепления каната.

Материальное оснащение: образцы канатов равных диаметров и типов, с разной степенью износа; образцы способов крепления канатов с деталями грузозахватных приспособлений; мерительный инструмент (линейка, микрометр).

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1 Классификация стальных канатов

1 По роду свивки проволок в прядях канаты изготавливают типа ТК (табл. 3) – с точечным контактом отдельных проволок между слоями прядей и типа ЛК – с линейным касанием проволок в пряди.

Канаты типа ЛК имеют несколько разновидностей: ЛК-0 (табл. 4) – проволоки отдельных слоев пряди имеют одинаковый диаметр; ЛК-Р (табл. 5) – проволоки в верхнем слое пряди двух разных диаметров; ЛК-РО – проволоки разного и одинакового диаметра по отдельным слоям пряди; ЛК-З – между двумя слоями проволок размещаются заполняющие проволоки меньшего диаметра.

Канаты из проволок разного диаметра, благодаря чему достигается лучшее заполнение, площади поперечного сечения пряди, называют компаундными.

Изготавливают также канаты типа ТЛК – с точечным и линейным касанием проволок в пряди.

3 Канаты двойной свивки типа ТК конструкции

$$6 \times 19(1 + 6 + 12) + 1 \text{ о.с.}$$

каната	Диаметр, мм			Площадь сечения, всех проволок, мм ²	Расчетная масса, 1000 м, кг	Временное сопротивление разрыву, МПа			
	центральной проволоки	1-го слоя	2-го слоя (наружного)			1400	1600	1800	2000
						Расчетное разрывное усилие каната, кН, не менее			
4,6	0,40	0,20	0,36	7,94	77,8	–	–	12	13
5,1	0,45	0,22	0,40	9,79	95,9	–	–	14	16
6,4	0,55	0,28	0,50	15,35	150,5	–	–	22	24
8,8	0,75	0,38	0,70	29,55	289,6	–	40	44	45
11,5	1,00	0,50	0,90	49,67	487,0	–	67	73	80
13,0	1,10	0,55	1,00	60,94	597,5	–	82	90	99
15,0	1,30	0,65	1,20	86,95	852,5	–	118	129	141
17,5	1,50	0,75	1,40	101,68	1155,0	139	159	175	191

**4 Канаты двойной свивки типа ЛК-0 конструкции
6 × 19 (1 + 9 + 9) + 1 о.с.**

каната	Диаметр, мм		Площадь сечения, мм ²	Масса, 1000 м, кг	Временное сопротивление разрыву, МПа				
	проволоки				1400	1600	1800	2000	2200
	центральной	в слоях			Расчетное разрывное усилие каната, кН, не менее				
3,3	0,22	0,20	3,62	35,5	–	–	5	6	6
3,6	0,24	0,22	4,38	42,9	–	–	6	7	8
3,9	0,26	0,24	5,20	51,0	–	–	7	8	9
4,2	0,28	0,26	6,10	59,8	–	–	9	10	11
4,5	0,30	0,28	7,07	69,3	–	–	10	11	12
4,8	0,32	0,30	8,12	79,6	–	–	12	13	14
5,5	0,36	0,34	10,42	102,5	–	14	15	17	18
5,8	0,38	0,36	11,67	114,3	–	15	17	19	20
6,5	0,45	0,40	14,53	142,5	–	19	22	24	25
9,7	0,65	0,60	32,52	319,0	–	44	48	52	–
11,0	0,75	0,70	44,21	433,0	52	60	65	71	–
13,0	0,85	0,80	57,80	665,5	68	78	85	93	–
16,0	1,05	1,00	90,02	882,5	107	122	134	146	–
19,5	1,30	1,20	130,11	12775,0	154	176	193	211	–

**5 Канаты двойной свивки типа ЛК-Р конструкции
6 × 19 (1 + 6 + 6/6) + 1 о.с.**

каната	Диаметр, мм			Площадь сечения, всех проволок, мм ²	Расчетная масса, 1000 м, кг	Временное сопротивление разрыву, МПа			
	центральной проволоки	1-го слоя	2-го слоя (наружного)			1400	1600	1700	2000
						Расчетное разрывное усилие каната, кН, не менее			
4,1	0,30	0,28	0,30	6,55	64,1	–	–	–	11
5,1	0,36	0,34	0,36	9,76	95,5	–	–	–	16
6,9	0,50	0,45	0,50	18,05	176,6	–	24	26	29
9,1	0,65	0,60	0,65	31,18	305,5	–	42	45	50
11,0	0,80	0,75	0,80	47,19	461,6	–	64	68	76
13,0	0,90	0,85	0,90	61,00	596,6	72	82	88	99
15,0	1,10	1,00	1,10	86,28	844,0	102	117	124	140
18,0	1,30	1,20	1,30	124,73	1220,0	148	169	180	202
21,0	1,50	1,40	1,50	167,03	1635,0	198	227	241	271

Существует конструкция канатов, изготовленных из круглых радиально-обжатых прядей, представляющих собой модификацию стандартных канатов с линейным касанием проволок в прядях. Эти канаты обладают высокой плотностью, повышенным сопротивлением износу проволок, повышенной на 15...18 % разрывной прочностью и на 30...50 % работоспособность.

2 По направлению свивки проволок в прядях канаты выпускают односторонней или параллельной свивки и канаты крестовой или обратной свивки. В канатах односторонней свивки направление навивки проволок в

пряжях и прядей в канате одно и то же, в канатах крестовой свивки это направление противоположно. Канаты односторонней свивки имеют ровную поверхность, компактны, более гибки, срок службы на 25...30 % больше срока службы канатов крестовой свивки, однако они не пригодны к использованию при свободно подвешенных грузах на одной ветви.

Канаты крестовой свивки вследствие большой структурной прочности применяют при многослойной навивке на барабан. Выбор каната по направлению свивки имеет большое значение для правильной эксплуатации при навивке на гладкий барабан. В зависимости от вращения барабана и от направления свивки прядей каната деформация кручения может уменьшать или увеличивать скручивание каната. Необходимо так подбирать направление навивки, чтобы в процессе работы канат дополнительно подкручивался, что приводит к увеличению его плотности и срока службы.

2 Крепление канатов

Крепят канаты с деталями грузозахватных приспособлений (крюками, кольцами, серьгами, карабинами и т.п.) при помощи петли. В петлю закладывают металлический коуш с целью избежания перетиранья и для плавного изгиба каната. Свободный конец каната закрепляют заплеткой или постановкой зажимов.

Примыкание петли каната без коуша допускается к круглым валам, трубам и другим цилиндрическим предметам, при этом их диаметр должен в 3-4 раза превышать диаметр каната. При креплении свободного конца петли при помощи зажимов их количество, шаг расположения и длина свободного конца каната от последнего зажима зависят от диаметра каната (табл. 6).

6 Таблица соотношения числа зажимов и расстояния между ними от диаметра каната

Диаметр каната, мм	Число зажимов	Расстояние между зажимами и длина свободного конца каната, мм
До 17,5	3	120
До 21,0	4	140
До 23,5	5	180
До 34,5	7	230
До 37,0	8	250

В целях предупреждения ржавления проволок каната стальные сжимы должны быть оцинкованы. Дугу сжима располагают со стороны короткого конца каната, а затягивающие гайки – со стороны натянутой части каната. После установки сжимов канат натягивают и при снятой нагрузке дополнительно подтягивают гайки. Зажимы затягивают с таким расчетом, чтобы отношение сжатого поперечника каната к его нормальному диаметру составляло 0,6. Во время работы следят за состоянием сжимов и при их ослаблении подтягивают гайки (так как слабая затяжка сжимов может вызвать аварию).

При креплении свободного конца петли заплеткой число проколов каждой прядью каната должно быть не менее указанного в табл. 7.

7 Необходимое число проколов при креплении каната заплеткой

Число проколов	4	5	6
Диаметр каната, мм	До 15	15...28	28...60

Последний прокол каждой прядью выполняется половинным числом ее проволок. В целях увеличения срока службы рекомендуется после того, как канат отработает половину нормативного срока, сместить места изгибов каната. Для этого меняют или концы крепления, или, если позволяет длина, укорачивают канат.

3 Нормы браковки стальных канатов

Браковка находящихся в работе стальных канатов производится по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки. Браковка канатов, изготовленных из проволок одинакового диаметра, производится по данным табл. 8.

Шаг свивки каната определяется следующий образом. На поверхности какой-либо пряди наносят метку, от которой отсчитывают вдоль центральной оси столько прядей, сколько их имеется в сечении каната (например, шесть в шестипрядном канате), и на следующей после отсчета пряди наносят вторую метку. Расстояние между метками принимается за шаг свивки каната. У многопрядных канатов (например, у каната $18 \times 19 = 342$ проволок с одним органическим сердечником имеется шесть прядей во внутреннем слое и 12 – в наружном).

8 Число проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть забракован

Коэффициент запаса прочности	Конструкция канатов							
	6 × 19 = 114 и один органический сердечник		6 × 37 = 222 и один органический сердечник		6 × 61 = 366 и один органический сердечник		18 × 19 = 342 и один органический сердечник	
	крестовая свивка	односторон- ная свивка	крестовая свивка	односторон- ная свивка	крестовая свивка	односторон- ная свивка	крестовая свивка	односторон- ная свивка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6...7	14	7	26	13	38	19	38	19
Свыше 7	16	8	30	15	40	20	40	20

Браковке каната, изготовленного из проволок различного диаметра конструкции $6 \times 19 = 114$ проволок и один органический сердечник производится согласно данным, приведенным в графе 2 табл. 8, причем, число обрывов как норма браковки принимается за условное. При подсчете обрывов обрыв тонкой проволоки принимается за единицу, а обрыв толстой проволоки – за 1,7. Например, если на длине одного шага свивки каната при первоначальном коэффициенте запаса прочности до шести имеется шесть обрывов тонких проволок и пять обрывов толстых проволок, то условное число обрывов составляет $6 \times 1 + 5 \times 1,7 = 14,5$, т.е. более 12 (см. табл. 8), и, следовательно, канат бракуется.

Число проволок на одном шаге свивки как признак браковки каната, конструкция которого не указана в табл. 8, определяют исходя из данных, помеченных в этой таблице, для каната, ближайшего по числу прядей и числу проволок в сечения. Например для каната конструкции $8 \times 19 = 152$ проволоки и один органический сердечник ближайшим по табл.8 является канат $5 \times 19 = 114$ проволок с одним органическим сердечником умножить на коэффициент $96 : 72 = 1,33$, где 96 и 72 – число проволок в наружных слоях прядей одного и другого канатов.

Число проволок в наружных слоях прядей определяется путем подсчета на канате.

Канаты грузоподъемных машин, предназначенных для подъема людей, а также транспортирующих расплавленный или раскаленный металл взрывчатые, огнеопасные и ядовитые вещества, бракуются при вдвое меньшем числе обрывов проволок на одном шаге свивки, чем указано в табл. 8.

При наличии у каната поверхностного износа или коррозии проволок число обрывов проволок на шаге свивки как признак браковки должно быть уменьшено в соответствии с данными табл. 9.

При износе или коррозии достигших 40 % и более первоначального диаметра проволок канат должен быть забракован. Определение износа или коррозии проволок по диаметру производится микрометром или иным инструментом, обеспечивающим достаточную точность. Для этого отгибается конец проволоки в месте обрыва на участке износа. Замер оставшейся толщины проволоки производится у отогнутого конца после предварительного удаления с него грязи и ржавчины.

9 Нормы браковки каната в зависимости от поверхностного износа или коррозии

Уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа или коррозии, %	Число обрывов проволок на шаге свивки, % от норм, указанных в табл. 8
10	85
15	75
20	70
25	60
30 и более	50

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Ознакомиться с общими сведениями, изучив классификацию стальных канатов и методику проверки правильности крепления, и нормы браковки стальных канатов.

2 Распределиться на бригады по 4 – 6 человек и взять на каждую группу образец каната, образец способа крепления каната и мерительный инструмент.

3 Охарактеризовать данный канат в соответствии с принятой классификацией.

4 Определить правильность крепления каната. При креплении постановкой зажимов определяется необходимое количество зажимов, шаг расположения и длина свободного конца каната от последнего зажима. Заполнить табл. 10. При креплении заплеткой определяется необходимое число проколов каждой прядью каната и число проволок пряди в последнем проколе. Заполнить табл. 11.

5 Определить годность стального каната методом визуального контроля в соответствии с нормами Госгортехнадзора по числу обрывов проволок на длине одного шага связки. Заполнить табл. 12, 13.

6 Определить годность каната по износу или коррозии замером диаметра проволок с помощью микрометра. Заполнить табл. 14.

7 Ответить на контрольные вопросы.

8 Оформить отчет по формуле, приведенной ниже.

ОТЧЕТ

1 Определение правильности крепления каната.

а) Крепление зажимом

Таблица 10

№ п/п	Диаметр каната, мм	Число зажимов		Расстояние между зажимами и длина свободного конца, мм		Заключение о годности каната
		необходимое	действительное	необходимое	действительное	
1						
2						
3						

б) Крепление заплеткой

Таблица 11

№ п/п	Диаметр каната, мм	Число проколов		Заключение о годности каната
		необходимое	действительное	
1				
2				
3				

2 Браковка канатов, изготовленных из проволок одинакового диаметра:

Таблица 12

№ п/п	Диаметр каната, мм	Коэффициент запаса прочности	Длина шага свивки, мм	Число обрывов проволок на длине одного шага		Заключение о годности каната
				по нормам	действительное	
1						
2						
3						
4						

3 Браковка канатов, изготовленных из проволок различного диаметра:

Таблица 13

№ п/п	Диаметр каната, мм	Длина шага свивки, мм	Число обрывов проволок на длине одного шага			Заключение о годности каната
			тонких проволок	толстых проволок	условное число обрывов	
1						
2						
3						
4						

№ п/п	Диаметр каната, мм	Диаметр проволоки, мм	Уменьшение диаметра проволок в результате износа коррозии	Число обрыва проволок на шаге свивки			Заключение о годности каната
				действительное	с учетом износа	по нормам	
1							
2							
3							
4							

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Что означает канат двойной свивки?
- 2 В каком случае происходит точечное, в каком линейное касание проволок в пряди?
- 3 Назовите преимущество канатов с радиально-обжатými прядями.
- 4 В каком случае допускается крепление каната без коуша?
- 5 Опишите способы крепления свободного конца петли.
- 6 По каким признакам бракуется канат?

Лабораторная работа 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ

Цель работы: ознакомление с существующими методами определения модуля деформации; изучение конструкции лабораторного прибора; определение модуля деформации, с помощью лабораторного прибора путем вдавливания в грунт штампа; определение влияния диаметра штампа на деформативную способность грунта.

Материальное оснащение: модулемер, штампы сменные.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль деформации E является одной из основных характеристик грунтов, весьма важной при оценке разрушения грунтов в процессе их разработки и уплотнения при возведении различных инженерных сооружений.

Исследование прочностных характеристик грунтов и материалов основано на методе проникания в эти материалы более прочных пуансонов и других металлических предметов. К основным методам определения прочности грунтов и материалов относятся: вдавливание шарика в металл для оценки его твердости и прочности, вдавливание пуансона в горную породу для определения буримости и степени пластичности, вдавливание стержня в грунт для оценки сопротивления резанию.

При выборе параметров машин для уплотнения грунтов, а также при определении качества работ необходимо оценивать способность грунта сопротивляться внешним нагрузкам. Такая оценка производится определением модуля деформации. Модуль деформации аналогичен модулю упругости, но отличается от него тем, что при его расчете учитывается не только обратимая, но и необратимая деформация.

При работе уплотняющих машин рабочие органы воздействуют на полупространство грунта, поэтому применительно к этому случаю и следует определить модули деформации. Для случая деформирования круглым жестким штампом грунтового полупространства модуль деформации может быть определен по формуле

$$E = \sigma d_{\text{ш}} / \lambda ,$$

где E – модуль деформации грунтового полупространства; σ – давление на контакте штампа с грунтом; $d_{\text{ш}}$ – диаметр штампа; λ – величина погружения штампа в грунт.

Для определения модуля деформации грунтов используют показания лабораторного прибора-модулемера (рис. 3).

Модулемер состоит из основания 1, штампа 2, неподвижной втулки 3, рабочей пружины 4, наружной 5 и внутренней 6 труб, подвижной втулки 7, втулок 8 и 9, текстолитового кольца 10, неподвижного контакта 11, сигнальной лампочки 12, источника питания 13, ручек прибора 14, микровинта 15, корпуса источника питания 16, направляющей 17, индикатора 18.

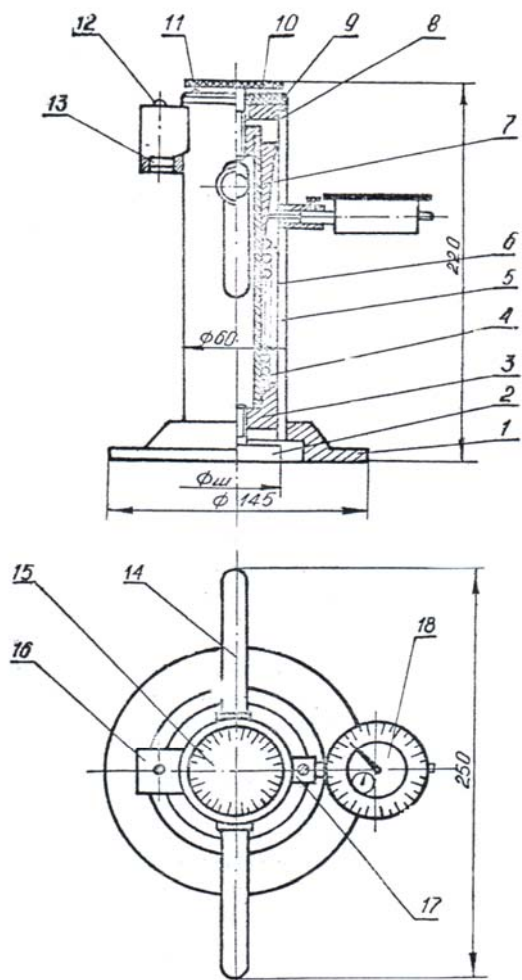


Рис. 3 Модулемер

Замыкание электрической цепи сигнальной лампочки 12 происходит при соприкосновении микровинта 15 с контактом 11. Величина деформации рабочей пружины 4 с высокой точностью (0,01 мм) определяется с помощью индикатора 18, штиф которого упирается в наклонный паз в подвижной втулке 7.

Работа с прибором ведется следующим образом.

Перед началом измерения прибор устанавливают на поверхность уплотняемого материала. При этом могут иметь место два случая:

- 1) штамп 2 не касается поверхности материала, а висит на микровинте 15; сигнальная лампочка 12 не горит;
- 2) штамп 2 лежит на поверхности материала, а между микровинтом 15 и контактом 11 имеется зазор. Лампочка 12 не горит.

В первом случае, выкручивая микровинт 15, опускают штампы до соприкосновения с уплотняемым материалом. В момент соприкосновения сигнальная лампочка 12 гаснет. Цифру, выбитую на головке микровинта 15 и расположенную в этот момент против неподвижного контакта 11, принимают за начало отсчета. Во втором случае начало отсчета определяют закручиванием микровинта 15 до момента загорания сигнальной лампочки 12.

После определения начала отсчета выкручивают микровинт 15 на выбранное заранее число оборотов, которое связало с величиной погружения штампа в уплотняемый материал следующей зависимостью;

$$\lambda = nl,$$

где n – число оборотов микровинта; l – шаг резьбы микровинта.

После этого прибор готов для проведения измерения.

Оператор через ручки 14, подвижную втулку 3 и рабочую пружину 4 создает давление P на штамп, под воздействием которого последний погружается в уплотняемый материал. При погружении штампа на величину загорается сигнальная лампочка 12. В этот момент оператор берет отсчет по шкале индикатора 18. Величина усилия определяется как

$$P = kh,$$

где k – тарировочный коэффициент; h – деформация пружины.

Определение модуля деформации материала значительно упрощается, если в процессе измерения поддерживать постоянную величину погружения штампа

$$E = ch,$$

где c – коэффициент, величина которого может быть определена по формуле

$$c = \frac{kd_{ш}}{F\lambda},$$

где F – площадь штампа.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Ознакомиться с конструкцией лабораторного прибора и методикой работы с ним.

2 Для определения модуля деформации подготовить 3-4 участка в грунтовом канале лаборатории с разной степенью плотности. На этих участках производится определение модуля деформации грунтов с различными диаметрами штампов. Число замеров при одном и том же штампе должно быть не менее трех.

Результаты замеров занести в табл. 15.

15 Определение модуля деформации грунтов

№ участка	$d_{ш}$	№ опыта	λ	P	E
1	2	3	4	5	6

3 Для каждого участка построить график зависимости модуля деформации грунта от диаметра штампа (рис. 4).



Рис. 4 Зависимость модуля деформации грунта от диаметра штампа

4 По окончании всех расчетов произвести анализ полученных данных. Выполненную работу следует оформить в виде отчета. К отчету приложить сводную таблицу результатов опытов и полученные графики.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Перечислите физико-механические свойства грунтов.
- 2 Перечислите способы определения модуля деформации грунтов.
- 3 Что характеризует модуль деформации грунта?
- 4 Напишите формулу для определения модуля деформации грунтов.
- 5 Как определяется плотность грунта?

Лабораторная работа 4

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОТВАЛА УНИВЕРСАЛЬНОГО БУЛЬДОЗЕРА ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ГРУНТА

Цель работы: изучить конструкции бульдозеров; экспериментально и теоретически определить влияние положения отвала на тяговую способность машины.

Материальное оснащение: стенд для исследования процесса резания грунтов, измерительная аппаратура, набор инструментов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При подготовке территории под строительство объектов (инженерных сооружений) возникает необходимость в разработке и перемещении грунта за пределы строительной площадки.

Для этой цели применяются различные землеройно-транспортные машины, в том числе и бульдозеры. По расположению отвала относительно оси движения бульдозеры делятся с поворотным отвалом (универсальные) и с неповоротным отвалом.

Положение отвала бульдозера будет влиять на тяговую способность базовой машины. Тяговый расчет машины ведется в следующем порядке.

1 Определяем суммарную величину сопротивлений, возникающих в процессе работы ножевого смесителя,

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6,$$

где W_1 – сопротивление возникающее при резании грунта,

$$W_1 = kBh, \text{ кН},$$

k – коэффициент сопротивления грунта резанию, кН/м²; B – ширина ножа, м; h – глубина резания, м.

Величину сопротивления W_2, W_3, W_4 определяем при различных значениях угла α (90°, 75°, 60°, 45°, 30°).

W_2 – сопротивление от перемещения перемешиваемого материала впереди отвала:

$$W_2 = G\mu_2 \sin \alpha = LB^2 j\mu_2 g \sin \alpha / \operatorname{tg} \varphi, \text{ кН},$$

где L – высота ножа, м; j – объемная масса грунта, т/м³; μ_2 – коэффициент трения грунта о грунт $\mu_2 = 0,8 \dots 1,0$; α – угол установки отвала в плане; φ – угол внутреннего трения грунта; g – ускорение силы тяжести, м/с².

W_3 – сопротивление, возникающее от перемещения перемешиваемого материала по отвалу:

$$W_3 = \frac{LB^2 j\mu_1\mu_2 g}{2\operatorname{tg} \varphi} \cos \alpha, \text{ кН},$$

где μ_1 – коэффициент трения грунта по стали $\mu_1 = 0,5 \dots 0,6$.

W_4 – сопротивление, возникающее при перемещении материала вверх по отвалу:

$$W_4 = \frac{LB^2 j\mu_1 g}{2\operatorname{tg} \varphi} \sin \alpha \cos^2 \beta, \text{ кН},$$

где β – угол резания.

W_5 – сопротивление перемещению машины

$$W_5 = G_M (f + i), \text{ кН},$$

где G_M – сила тяжести машины, кН; f – коэффициент сопротивления качению; i – уклон местности.

W_6 – сопротивление сил инерции при трогании с места

$$W_6 = \frac{G_M}{g} \frac{dv}{dt}, \text{ кН}.$$

Считая, что при трогании с места движение машины происходит равноускоренно, величина сопротивления сил инерции при трогании с места может быть вычислена по формуле

$$W_6 = \frac{G_M}{g} \frac{v}{t}, \text{ кН};$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с²; v – скорость машины, м/с; t – время разгона, $t = 5 \dots 15$ с.

2 Устанавливаем, на какой передаче может двигаться машина, исходя из условия

$$P_{\text{сц}} \geq P_{\text{к}} \geq W;$$

здесь $P_{\text{сц}}$ – сила тяги по сцеплению, которая может быть определена

$$P_{\text{сц}} = G_{\text{сц}} \varphi_{\text{сц}},$$

где $G_{\text{сц}}$ – сила тяжести машины, приходящаяся на ведущие колеса; $\varphi_{\text{сц}}$ – коэффициент сцепления.

Учитывая то обстоятельство, что при строительстве стабилизированных оснований и покрытий облегченного типа широкое распространение получили автогрейдеры, то величина силы тяги может быть определена по следующей зависимости:

$$P_{\text{сц}} = G \xi \varphi_{\text{сц}};$$

здесь G – сила тяжести машины; ξ – коэффициент, зависящий от колесной формулы машины; P_k – сила тяги на ведущих колесах, которая определяется

$$P_k = \frac{N\eta}{v}, \text{ кН,}$$

где N – номинальная мощность двигателя машины, кВт; η – механический КПД; v – скорость движения машины, м/с.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Для проведения экспериментальной части работы необходимо провести следующие работы: тарировку измерительной аппаратуры; подготовку грунта, заключающуюся в разравнивании грунта и его предварительном уплотнении; определение усилия, необходимого для перемещения ходовой тележки; определение сопротивлений движению тележки при различной установке отвала в плане.

2 Установив отвал тележки в начальное положение, сделать замеры величины сопротивлений копанью. Затем, изменив величину угла положения отвала осуществить следующие проходы тележки с замером величины сопротивлений. После каждого замера грунт разровнять и уплотнить. Степень уплотнения грунта должна быть одинаковой. Количество замеров при одном и том же положении отвала должно быть не менее трех. Полученные величины заносятся в табл. 16.

16 Результаты экспериментальных измерений

№ опыта	№ замера	Угол установки отвала в плане	Результаты измерений		Сопротивление тележки перекатыванию
			относительная величина	абсолютная величина	
1	1	90			
	2				
	3				
2	1	75			
	2				
	3				
3	1	60			
	2				
	3				
4	1	45			
	2				
	3				
5	1	30			
	2				
	3				

3 Заполнив табл. 16 экспериментальными данными, построить график зависимости $W = f(\alpha)$ (рис. 5). Величина сопротивления принимается усредненной по результатам одного опыта.



Рис. 5 Зависимость сопротивления тележки перекатыванию от угла установки отвала в плане

4 По окончании всех расчетов сделать анализ полученных данных.

Выполненную работу следует оформить в виде отчета. К отчету должны быть приложены: схема лабораторного стенда, таблица и полученные графики.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 От каких факторов зависит коэффициент удельного резания грунта?
- 2 В чем заключается преимущество бульдозера с поворотным отвалом от неповоротного.

Лабораторная работа 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДОРОЖНЫХ СМЕСЕЙ

Цель работы: Изучение принципов действия устройства интенсифицированного перемешивания смесей, получение навыков по проведению экспериментов и по определению мощностных характеристик процесса перемешивания.

Материальное оснащение: стенд физической модели устройства интенсифицированного приготовления смесей.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Устройства для интенсифицированного приготовления смесей на дорогах (дорожные фрезы с большой угловой скоростью ротора) являются машинами мобильными и транспортабельными, поэтому легко перебазируются с одного объекта на другой своим ходом или на трейлерах. Широка область применения дорожных фрез. Их можно использовать не только в строительстве линейных автомобильных дорог, аэродромов, мест стоянок, рулежных дорожек, посадочных полос городских дорог, но и при сооружении специальных площадок на токах и элеваторах в сельской местности, укрепленных грунтовых оснований в заводских цехах, при гидротехническом и мелиоративном строительстве, при строительстве временных дорожных других сооружений.

Дорожные фрезы выполняют следующие операции: рыхление и измельчение грунта, дозирование и распределение вяжущих материалов, перемешивание и измельчение грунта с вяжущим материалом.

Стенд физической модели устройства интенсифицированного приготовления смесей предназначен для изучения процессов перемешивания и его мощностных характеристик в лабораторных условиях с широким варьированием угловой скорости ротора.

Основной частью лабораторного устройства является рабочий орган (рис. 6), который состоит из длинных и коротких лопаток для разработки и перемешивания соответственно. Лопатки противоположно крепятся на кольцо, по средствам шпоночного соединения насаженного на вал. Таким образом, за счет относительного смещения крепления лопаток к кольцам образуется спиралеобразное расположение режущих ножей и перемешивание смеси. Угол между режущими ножами лопатки и осью ротора составляет 30° . Вал рабочего органа с двух сторон опирается на опоры, которые перекреплены к раме тележки болтовым соединением.

Лабораторное устройство для интенсифицированного приготовления (рис. 7) состоит из тележки, к которой прикреплен рабочий орган и кожух рабочего грунтового канала и лебедки для приведения тележки в движение, электрического и тиристорного привода и пульта управления.

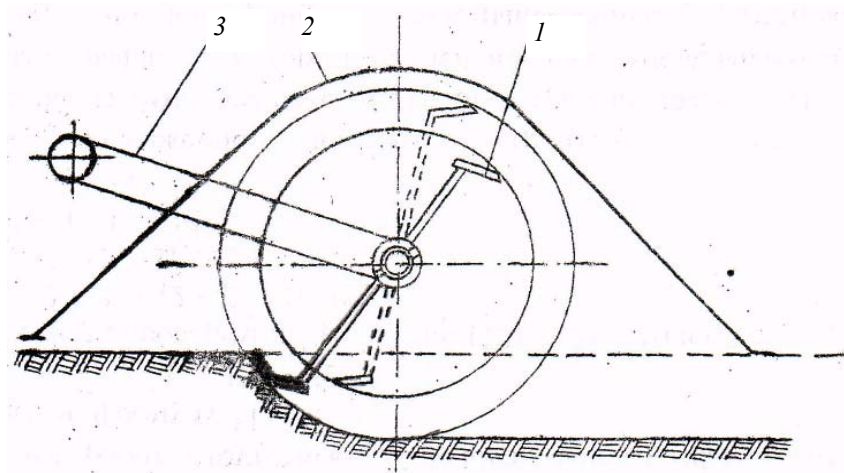


Рис. 6 Схема взаимодействия рабочего органа со стрелой:
1 – лопасти; 2 – кожух; 3 – цепная передача

Рабочий орган устройства для приготовления смеси, заключенный в кожух специальной формы, получает одностороннее вращательное движение от электродвигателя. Посредством блока управления можно задавать угловую скорость ротору в пределах 0...1200 об/мин и скорость передвижения тележки 2...12 м/мин. Изменения в мощности регулируются ваттметром.

Техническая характеристика стенда представлена в табл. 17.

17 Техническая характеристика стенда

Основные показатели	Величины
Ширина обрабатываемой полосы, см	60
Длина обрабатываемой полосы, м	около 3-х
Глубина обработки, м	5 и 7
Диапазон варьирования скорости вращения ротора, об/мин	от 50 до 100
Скорость передвижения, км/ч	0,5
Привод ротора	Электрический (электродвигатель постоянного тока, мощность 4 кВт через клиноременные передачи)
Привод тележки	Электрический (электродвигатель переменного тока, мощность 1,5 кВт через редуктор и лебедочную систему)
Габаритные размеры стенда, мм:	
длина	8900
ширина	1900
высота	1600
Диаметр ротора, мм	340

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Подсыпать щебеночную смесь на рабочую длину хода тележки (примерно, 3 метра) и на требуемую толщину.
- 2 Осуществить передвижение тележки для планирования поверхности смеси на отключенном силовом двигателе.
- 3 Для имитации работы устройства с вяжущим смесь увлажнить до оптимальной влажности (примерно, 10 %).
- 4 Стенд подключить в сеть с помощью рубильника.
- 5 Включить силовой двигатель с помощью кнопки, расположенной на пульте управления.
- 6 Включить тахогенератор обратной связи силового двигателя с помощью тумблера.
- 7 С помощью резистора установить требуемую скорость вращения двигателя. Указатель скорости вращения расположен на пульте управления. Так как в процессе перемешивания скорость вращения уменьшится на некоторую величину в зависимости от вида смеси, то следует увеличить скорость вращения примерно на 50 об/мин на холостом ходу.
- 8 По установлении требуемой скорости вращения ротора привести в движение тележку в направлении рабочей полосы перемешивания. Запрещается отключение силового двигателя тележки.
- 9 Взять отсчет ваттметра на каждые 0,5 метра движения тележки. Значение мощности в начале и конце движения тележки отбросить. По полученным отсчетам вычислить среднее значение.
- 10 Результаты измерений занести в табл. 18.

18 Результаты измерений

№ п/п	$v_{\text{тел}}$, м/сек	ω , на холстом ходу	ω , на рабочем режиме, об/мин	$\omega_{\text{ср}}$, об/мин	Отсчет по ваттметру	$a_{\text{ср}}$	N , Вт

11 Перемешивание смесей производить на 7-8 значениях скорости вращения ротора, начиная с 300, с интервалом 100 об/мин. На основании полученных данных построить кривую зависимости мощности привода от скорости вращения ротора. Аналогичную зависимость построить для двух значений толщины перемешиваемого слоя (рис. 8).

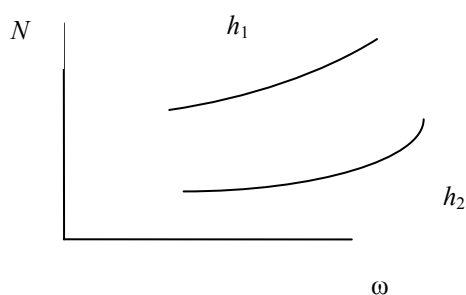


Рис. 8 Зависимость мощности привода от скорости вращения ротора:
 h_1 и h_2 – толщины перемешиваемого слоя

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Физическая сущность метода смешивания материалов при устройстве оснований и покрытий.
- 2 Назовите существующие способы приготовления смесей, используемых при строительстве оснований и покрытий дорог.
- 3 От каких факторов зависит мощность привода рабочего органа машины смешивания материалов на основании дороги.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа 1 РАСЧЕТ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ (ГРУЗОПОДЪЕМНАЯ ЛЕБЕДКА)	3
Лабораторная работа 2 ИЗУЧЕНИЕ И БРАКОВКА КАНАТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН	7
Лабораторная работа 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ	16
Лабораторная работа 4 ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОТВАЛА УНИВЕРСАЛЬНОГО БУЛЬДОЗЕРА ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ГРУНТА	21
Лабораторная работа 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДОРОЖНЫХ СМЕСЕЙ	25

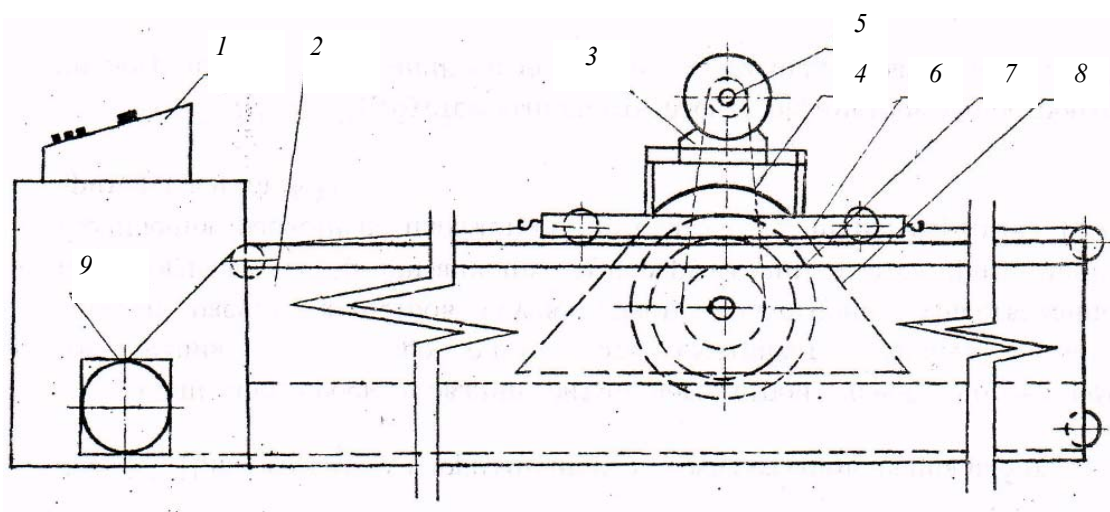


Рис. 7 Общий вид стенда физической модели устройства интенсифицированного приготовления смесей:

1 – пульт управления; 2 – рабочий канал; 3 – силовой двигатель рабочего органа; 4 – клиноременная передача; 5 – тахогенератор; 6 – тензометрическая тележка; 7 – рабочий орган; 8 – кожух; 9 – лебедка