



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)

ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ И КОПАНИЯ ГРУНТОВ

Журнал для лабораторных работ

Составители: В.И. Лиошенко, Д.С. Сёмкин



Омск • 2020

УДК 621.878.25
ББК 38.623.031
Т33

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. Н.С. Галдин (СибАДИ);
канд. техн. наук, доц. М.А. Гольчанский (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве журнала для лабораторных работ.

Т33 Теория резания и копания грунтов [Электронный ресурс] : журнал для лабораторных работ / сост. : В.И. Лиошенко, Д.С. Сёмкин. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2020. – URL: http://bek.sibadi.org/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Приведен перечень и последовательность проведения лабораторных работ в лаборатории «Грунтовый канал» СибАДИ по теории резания и копания грунтов рабочими органами землеройных машин.

Изложена методическая последовательность определения необходимых экспериментальных и теоретических данных в процессе выполнения каждой лабораторной работы. Приведены таблицы для записи используемых и необходимых данных в процессе работы, а также предусмотрены места для размещения схем и эскизов. Позволяет получать навыки экспериментального определения параметров и нагрузок в элементах рабочих органов землеройных машин, а также сравнения полученных данных с данными теоретических расчетов.

Имеет интерактивное оглавление в виде закладок.

Рекомендуется обучающимся всех форм обучения по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Также может быть полезно преподавателям и обучающимся по другим направлениям подготовки, изучающих наземные транспортно-технологические машины и комплексы.

Подготовлен на кафедре «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур».

Текстовое (символьное) издание (300 КБ)

Системные требования: Intel, 3,4 GHz; 150 Mb; WindowsXP/Vista 7;
DOD-ROM; 1 Гб свободного места на жестком диске; программа для чтения pdf-файлов: Adobe Acrobat Reader; Foxit Reader

Редактор Н.И. Косенкова

Техническая подготовка Н.В. Кенжалинова

Издание первое. Дата подписания к использованию 13.08.2020

Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5
РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая 1

ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ ЖУРНАЛОМ

1. Журнал студент получает для оформления лабораторных работ по курсу «МЗР». После выполнения лабораторных работ студент сдает журнал преподавателю.

2. До занятий в лаборатории студент обязан:

- ознакомиться с правилами по технике безопасности;
- изучить методические указания по выполнению лабораторной работы;
- ознакомиться с измерительными приборами и правилами обращения с ними.

3. Во время работы в лаборатории студент обязан:

- строго соблюдать правила техники безопасности;
- находиться на указанном руководителем месте, выполнять возложенную на него часть экспериментальной работы;
- заносить все результаты в журнал;
- оформить отчет в журнале, сдать зачет по лабораторным работам.

Все графики должны быть построены на миллиметровке и вклеены в журнал.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА

Задание 1.1 Определение плотности влажного грунта методом режущих колец

Таблица 1.1

Номер кольца	Масса кольца + стекло m_K , г	Высота кольца h , мм	Внутренний диаметр кольца, мм	Объем кольца V_K , см ³	Масса кольца с грунтом m_{KG} , г	Масса грунта m_G , г	Плотность грунта, г/см ³

Средняя величина плотности грунта –

Задание 1.2 Определение весовой влажности грунта весовым способом

Таблица 1.2

Масса тарелки m_T , г	Масса тарелки с влажным грунтом m_{TGV} , г	Масса тарелки с сухим грунтом m_{TGS} , г	Масса воды m_B , г	Масса сухого грунта m_{GS} , г	Влажность грунта W , %

Средняя влажность грунта –

Задание 1.3 Определение категории грунта по числу ударов C_y ударника
ДорНИИ

1.3.1 Эскиз ударника

1.3.2 Результаты опытов

Таблица 1.3

Номер пробы	Число ударов C_y
Среднее число ударов C_y	

Категория грунта по сопротивлению резания –

Задание 1.4 Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения грунта

1.4.1 Эскиз прибора

1.4.2 Результаты опытов

Таблица 1.4

Номер образцов	Усилия			
	вертикальное σ		горизонтальное τ	
	кг/см ²	МПа	кг/см ²	МПа

1.4.3 Построение графика $\tau = f(\sigma)$; определение удельного сцепления C , угла внутреннего трения грунта Φ_1 , угла внешнего трения Φ_2

Лабораторная работа № 2
ТАРИРОВКА ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО ЗВЕНА

2.1 Эскиз тензозвена

2.2 Схема тарировочного стенда

2.3 Оптическая схема светового осциллографа

2.4 Результаты тарировки

Таблица 2.1

Нагрузка, Н	Непосредственные измерения хода луча гальванометра, мм			Измерения по осциллограмме хода луча гальванометра, мм		
	1	2	3	1	2	3

2.5 Построение тарировочного графика, определение силового масштаба тензозвена μ_c , Н/мм

Лабораторная работа № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И УДЕЛЬНОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗАНИЮ

3.1 Характеристика грунта:

- а) плотность –
- б) влажность –
- в) удельное сцепление –
- г) угол внутреннего трения –
- д) число ударов ударника ДорНИИ –
- е) категория грунта –

3.2 Эскиз рабочего органа

3.3 Параметры вырезаемой стружки

Таблица 3.1

Номера точек отсчета по пути резания	Номер участка	Расстояние от рейки до поверхности грунта, мм				Толщина срезаемой стружки, мм			Толщина стружки на участке, см	Площадь вырезаемой стружки, см ²
		до среза	после среза		справа	слева	средняя			
		справа	слева	справа	слева	справа	слева	средняя		

3.4 Результаты обработки осциллограмм

Таблица 3.2

Номер участка	
Величина отклонения луча гальванометра, мм	

Средняя величина отклонения луча гальванометра от нулевого положения, мм –

Силовой масштаб тензозвена, Н/мм –

Экспериментальная сила резания на участке, Н:

3.5 Результаты опытов

Таблица 3.3

Номер опыта	Средняя величина отклонения луча, мм	Сила резания, Н	Толщина стружки, см	Площадь вырезаемой стружки, см ²	Удельное сопротивление резанию К, Н/см ²

3.6 Определение силы резания и удельного сопротивления резанию по существующим методам расчета (расчетные формулы А.Н. Зеленина, К.А. Артемьева)

3.7 Сравнение теоретических и экспериментальных данных

Таблица 3.4

Исходные данные	Сопротивление грунта резанию на участках, Н		
	P_1	P_2	P_3
По А.Н. Зеленину			
По К.А. Артемьеву			
Экспериментальные данные			

3.8 Графики изменения силы резания от толщины вырезаемой стружки $P = f(h)$ и удельного сопротивления резанию от толщины стружки $K = f(h)$

Выводы:

Лабораторная работа № 4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА РЕЗАНИЯ НА УСИЛИЕ
РЕЗАНИЯ ГРУНТА

4.1 Характеристика грунта:

- а) плотность –
- б) влажность –
- в) удельное сцепление –
- г) угол внутреннего трения –
- д) число ударов ударника ДорНИИ –
- е) категория грунта –

4.2 Эскиз исследуемого рабочего органа

4.3 Параметры вырезаемой стружки

Таблица 4.1

Номера точек отсчета по пути резания	Номер участка	Угол резания, град	Расстояние от рейки до поверхности грунта, мм				Толщина срезанной стружки, мм			Толщина стружки на участке, см
			до среза	после среза		справа	слева	средняя		
			справа	слева	справа	слева	справа	слева	средняя	

4.4 Результаты обработки осциллограммы

Таблица 4.2

Номер участка, угол резания	
Величина отклонения луча гальванометра, мм	

Средняя величина отклонения луча гальванометра от нулевого
положения, мм –

Силовой масштаб тензозвена, Н/мм –

Сила резания на участке , Н:

4.5 Результаты опытов

Таблица 4.3

Номер опыта	Угол резания, град	Средняя величина отклонения луча, мм	Сила резания, Н	Толщина стружки, см	Площадь вырезаемой стружки, см	Удельная сила резания $P_{уд} = P/h,$ Н/см

4.6 Определение силы резания и удельной силы резания по существующим методам расчета (А.Н. Зеленина, К.А. Артемьева)

4.7 Сравнение расчетных и экспериментальных данных

Таблица 4.4

Угол резания, град	Автор	Удельная сила резания, Н/см	
		расчетная	экспериментальная

4.8 График изменения удельной силы резания от угла резания $P_{уд} = f(\alpha)$

Выводы:

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА КОПАНИЮ КОВШОМ СКРЕПЕРА

5.1 Характеристика грунта:

- а) плотность –
- б) влажность –
- в) удельное сцепление –
- г) угол внутреннего трения –
- д) число ударов ударника ДорНИИ –
- е) категория грунта –

5.2 Эскиз ковша

5.3 Параметры вырезаемой стружки

Таблица 5.1

Номера точек отсчета по пути резания	Номер участка	Расстояние от рейки до поверхности грунта, мм				Толщина срезаемой стружки, мм			Толщина стружки на участке, см	Площадь вырезаемой стружки, см ²
		до среза	после среза		слева	справа	средняя			
		слева	справа	слева	справа	слева	справа	средняя		

5.4 Результаты обработки осциллограмм

Таблица 5.2

Номер участка	
Величина отклонения луча гальванометра, мм	

Средняя величина отклонения луча гальванометра от нулевого положения, мм –

Силовой масштаб тензозвена, Н/мм –

Сопротивление копанию на участке, экспериментальное, Н:

Удельное сопротивление копанию, Н/м²:

5.5 Результаты опытов

Таблица 5.3

Номер опыта	Толщина стружки, см	Высота наполнения ковша, см	Объем грунта в ковше, м ³	Объем призмы волочения, м ³	Сопротивление копанию, Н	Удельное сопротивление копанию $K_1 = W_k/F$, Н/м ²

5.6 Очертания набираемого в ковш грунта

5.7 Графики зависимостей сопротивления грунта копанию и объема набранного в ковш грунта от высоты наполнения H ($W_k = f(H)$; $V_k = f(H)$)

Выводы:

Лабораторная работа № 6
ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА КАТКОМ
С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ВАЛЬЦЕМ

6.1 Параметры катка:

- а) масса –
- б) диаметр вальца –
- в) ширина вальца –

6.2 Параметры грунта:

- а) влажность –
- б) плотность начальная –
- в) число ударов ударника ДорНИИ –

6.3 Эскиз катка

6.4 Параметры уплотняемого грунта

Таблица 6.1

Номера точек отсчета по пути уплотнения	Расстояние от рейки до поверхности грунта																	
	до прохода, h_0			после первого прохода, h_1			после второго прохода, h_2			после третьего прохода, h_3			после четвертого прохода, h_4			после пятого прохода, h_5		
	сп	сле	сре	спр	сле	сред	сп	сле	сред	спр	сле	сред	спр	сле	сред	спр	сле	сре
	ра	ва	нее	ава	ва	нее	ра	ва	нее	ра	ва	нее	ава	ва	нее	ава	ва	дн
	ва						ва			ва			ва			ее		ее
Величина осадки грунта после всех проходов катка h , мм -																		

6.5 Изменение параметров грунта в процессе уплотнения

Таблица 6.2

Номер прохода	Плотность грунта по пути уплотнения, г/см ³			Среднее значение плотности, г/см ³	Плотность скелета грунта, г/см ³	Число ударов Су					Среднее значение Су
						точки					
	1	2	3			1	2	3	4	5	
γ1	γ2	γ3									

6.6 Результаты обработки осциллограмм

Таблица 6.3

Номер прохода	
Величина отклонения луча гальванометра, мм	

Средняя величина отклонения луча гальванометра от нулевого положения, мм –

Силовой масштаб тензозвена, Н/мм –

Сопротивление качению катка, Н:

6.7 Результаты опытов

Таблица 6.4

Номер прохода	Средняя величина отклонения луча, мм	Сопротивление качению катка R_k , Н	Коэффициент сопротивления качению вальца, $f=R_k/G_k$	Удельная энергоёмкость укатки, H/m^2 $\mathcal{E}=R_k/h \cdot B$

6.8 Построить зависимости $\delta=f(n)$ и $f=f(n)$ и определить оптимальное число проходов катка n_0 .

Оптимальное число проходов –

Лабораторная работа № 7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ И МОЩНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ЦЕПНОГО ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА

7.1 Характеристика грунта

- а) плотность –
- б) влажность –
- в) удельное сцепление –
- г) угол внутреннего трения –
- д) число ударов ударника ДорНИИ –
- е) категория грунта –

7.2 Эскиз скребков и схема расстановки скребков на режущей цепи

7.3 Параметры разрабатываемой траншеи

Таблица 7.1

Номер участка	Длина участка	Глубина траншеи	Угол забоя

7.4 Параметры рабочего органа

Таблица 7.2

Ширина скребков	Расстояние от оси	Шаг скребков одной формы	Количество скребков одной формы

7.5 Результаты обработки осциллограмм

Таблица 7.3 – Силовые параметры

Номер участка	
Величина отклонения луча гальванометра, мм	

Средняя величина отклонения луча гальванометра от нулевого положения на участках, мм –

Силовой масштаб тензозвена, Н/мм –

Сила сопротивления движения режущей цепи при копании, Н –

Таблица 7.4 – Скоростные параметры

Номер участка	
Частота срабатывания датчика хода машины, c^{-1}	
Частота срабатывания датчика вращения приводной звездочки, c^{-1}	

Средняя частота срабатывания датчика хода машины, c^{-1} –

Средняя частота срабатывания датчика вращения приводной звездочки, c^{-1} –

Скоростной масштаб датчика хода машины, м –

Скоростной масштаб датчика вращения приводной звездочки, м –

Скорость движения машины, м/с –

Скорость движения цепи, м/с –

7.6 Результаты опытов

Таблица 7.5

Номер опыта	Сила сопротивления движения режущей цепи при копании	Скорость движения машины	Скорость движения цепи

7.7 Теоретическое определение силы сопротивления движения режущей цепи при копании грунта и требуемой мощности

7.8 Сравнение теоретических и экспериментальных данных

Таблица 7.6

Исходные данные	Сопротивление движения режущей цепи при копании, Н		
Экспериментальные данные			
Теоретический расчет			

Таблица 7.7

Исходные данные	Требуемая мощность, Вт		
Экспериментальные данные			
Теоретический расчет			

Таблица 7.8

Исходные данные	Энергоемкость, Дж/м ³		
Экспериментальные данные			
Теоретический расчет			

7.9 Графики зависимостей силы сопротивления движения цепи, требуемой мощности и энергоемкости от соотношения скорости движения цепи и скорости движения машины, от глубины траншеи

Выводы:

Лабораторная работа № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА КОПАНИЮ ОТВАЛОМ

8.1 Характеристика грунта

- а) плотность –
- б) влажность –
- в) удельное сцепление –
- г) угол внутреннего трения –
- д) число ударов ударника ДорНИИ –
- е) категория грунта –

8.2 Эскиз рабочего органа

8.3 Параметры вырезаемой стружки

Таблица 8.1

Номера точек отсчета по пути резания	Номер участка	Расстояние от рейки до поверхности грунта, мм				Толщина срезаемой стружки, мм			Толщина стружки на участке, см	Площадь вырезаемой стружки, см ²
		до среза	после среза		слева	справа	средняя			
		справа	слева	справа	слева	справа	средняя			

8.4 Результаты обработки осциллограмм

Таблица 8.2

Номер участка	
Величина отклонения луча гальванометра, мм	

Средняя величина отклонения луча гальванометра от нулевого положения, мм –

Силовой масштаб тензозвена, Н/мм –

Сопротивление копанию на участке, экспериментальное, Н:

Удельное сопротивление копанию, Н/м^2 –

8.5 Результаты опытов

Таблица 8.3

Номер опыта	Толщина стружки, см	Высота призмы волочения, см	Объем грунта, м^3	Объем призмы волочения, м^3	Сопротивление копанию, Н	Удельное сопротивление копанию $K_1 = W_k/F$, Н/м^2

8.6 Очертания набираемого грунта

8.7 Графики зависимостей сопротивления грунта копанию и объема набранного грунта от высоты наполнения H ($W_k = f(H)$; $V_k = f(H)$)

Выводы: