

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР ЮТИ ТПУ

_____ В.Л. Бибик
« ___ » _____ 2014 г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА ДИСКОВОЙ СОЛОМОСИЛОСОСРЕЗКИ

Методические указания к выполнению контрольной работы
по курсу «Теория машин и оборудования в животноводстве»
для студентов, обучающихся на заочном отделении, и к выполнению практиче-
ской работы для студентов очного отделения, обучающихся
по специальности 10304 «Технология обслуживания и ремонта
машин в АПК» направления 110300 «Агроинженерия»

Составитель **Д.А. Барков**

Издательство
Юргинского технологического института (филиала)
Томского политехнического университета
2014

УДК 631.3
ББК 40.729
П79

П79 **Проектирование схемы режущего аппарата дисковой соломосилососрезки:** Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Теория машин и оборудования в животноводстве» для студентов, обучающихся на заочном отделении, и к выполнению практической работы для студентов очного отделения, обучающихся по специальности 10304 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» направления 110300 «Агроинженерия» / сост.: Д.А. Барков; Юргинский технологический институт. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2014. – 16 с.

УДК 631.3
ББК 40.729

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
Агроинженерия ЮТИ ТПУ
«_____» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой АИ
кандидат техн. наук,
доцент

_____ *О.Ю. Ретюнский*

Председатель
учебно-методической комиссии

_____ *А.Н. Капустин*

Рецензент

Кандидат технических наук,
доцент кафедры АИ ЮТИ ТПУ
М.А. Корчуганова

© Составление. ФГБОУ ВПО НИ ТПУ Юргинский
технологический институт (филиал), 2014
© Барков Д.А., составление, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность применения машин на животноводческих предприятиях для снижения затрат и материальных средств на производство единицы животноводческой продукции зависит от ряда причин, это планировка, тип и конструкция производственных помещений, система содержания животных организация труда и т.д.

В методических указаниях излагаются приёмы и способы инженерных расчётов, выполняемых графоаналитическим способом при конструировании соломосилосорезок. Инженерная практика требует знания общих принципов методики проведения расчётов, выполняемых графоаналитическим способом.

Цель работы

Закрепление и развитие знаний, теории измельчения стебельчатых кормов, приобретение практических навыков расчётов элементов соломосилосорезок с дисковым рабочим органом определения дефектов и их сочетаний, использования средств контроля и руководства по капитальному ремонту автомобилей, уяснение характера работ, выполняемых дефектовщиком.

Оборудование, приборы и инструменты:

1. Миллиметровая бумага 2 листа формата А4 и один лист формата А3.
 2. Циркуль, транспортир, карандаш, линейка.
- Допускается выполнение чертежей в системах автоматизированного проектирования.

Последовательность выполнения работы:

Выбрав по табл. 1 исходные расчетные данные в соответствии со своим шифром, студент должен:

1. Построить схему режущего аппарата дисковой соломорезки с оптимальным режимом резания, т.е. с таким, при котором удельный расход энергии на технологический процесс резания, т.е. с таким, при котором удельный расход энергии на технологический процесс резания минимален, защемление материала, необходимое для эффективного и чистого резания, достаточно надежно, а нагрузка на вал в необходимой степени равномерна.
2. Определить требуемую мощность двигателя.

3. Определить необходимый момент инерции маховика для достижения заданной степени неравномерности вращения вала.
4. Определить число оборотов питательных валиков и передаточное число к ним.
5. Определить угол установки ножа и угол резания.

Для построения схемы режущего аппарата с оптимальным режимом резания необходимо прежде всего определить оптимальные значения минимального и максимального угла скольжения. Это определение производят на основе анализа технологического процесса скользящего резания.

Анализ технологического процесса скользящего резания с целью определения оптимальных углов скольжения T_{\min} и T_{\max} .

Следует составить таблицу для различных углов скольжения τ с интервалом 10° . Эта таблица (табл. 2) дает соответствующие этим угла значения удельного давления q и характеристики ножа $(1+f' \operatorname{tg}\tau)$. Для составления этой таблицы необходимо знать две зависимости: зависимость удельного давления от угла скольжения и зависимость от этого угла коэффициента скользящего резания f' . Данные зависимости определяют экспериментально.

Допустим, что в результате соответствующих экспериментальных исследований эти две зависимости найдены и графически представлены на рис. 1 и рис. 2.

На рис. 1 удельное давление для различных углов скольжения представлены в долях от значения удельного давления при резании без скольжения, т.е. в относительных величинах, представляющих собой доли q_0 .

Для соломорезок практический интерес представляют углы $\tau_{\max} = 60^\circ$, так как при больших углах скольжения затруднено выполнение условий защемления материала затруднено. Студент проводит расчет по табл. 2 в соответствии с исходными данными своего шифра.

Таблица 1.

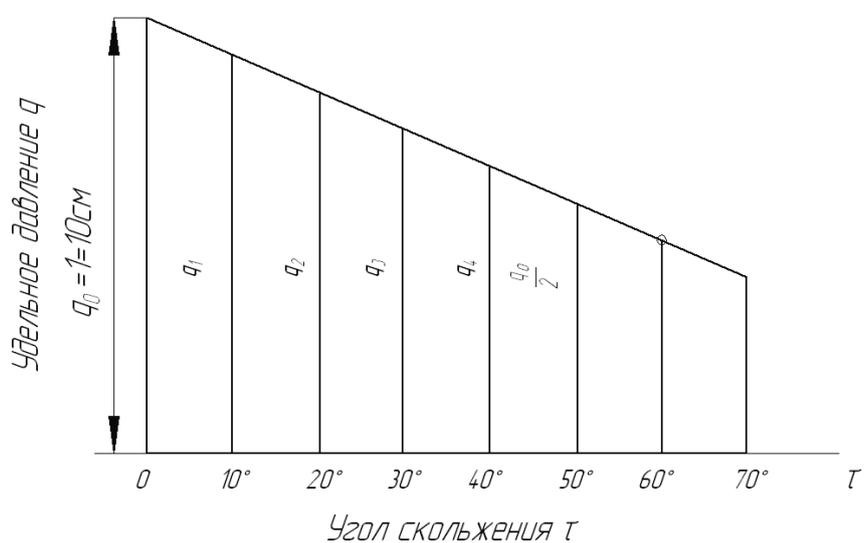
Контрольные задания

| Наименование | Обозначение | В а р и а н т ы | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Производительность, кг/ч | Q | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 |
| Средняя скорость ножа при резании, м/с | V_{cp} | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| Объемный вес в слое при резании, кг/м ³ | γ | 80 | 100 | 120 | 80 | 100 | 120 | 100 | 80 | 100 | 120 |
| Наибольшее угловое ускорение вала соломорезки $\frac{1}{сек^2}$ | $\frac{d\omega}{dt}$ | 27 | 22 28 | 24 27 | 26 30 | 28 | 30 | 30 | 30 | 28 | 30 |
| Длина резки соломы, см | l | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 6 | 8 | 7 |
| Удельное давление острого ножа на солому при резании без скольжения, кг/см | q_0 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 8 | 9 | 10 | 8 |
| Угол трения лезвия ножа по соломе | φ_1 | 15 | 16 | 17 | 18 | 15 | 16 | 17 | 18 | 15 | 16 |
| Угол трения соломы по противорезущей грани горловины и по питательным валикам | φ_2 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Коэффициент скольжения валиков по соломе | ε | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,05 |

Таблица 2

Зависимость удельного давления и характеристик
ножа от углов скольжения

| τ | $\operatorname{tg} \tau$ | q | f' | $f' \operatorname{tg} \tau$ | $1 + f' \operatorname{tg} \tau$ | $\frac{A_{\text{уд}}}{q_0} = \frac{q(1 + f' \operatorname{tg} \tau)}{q_0}$ |
|------------|--------------------------|-----------|------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 0° | 0 | $q_0 = 1$ | $f'_0 = 0$ | 0 | 1 | 1 |
| 10° | 0,176 | $q_1 =$ | $f'_1 =$ | | | |
| 20° | 0,364 | $q_2 =$ | $f'_2 =$ | | | |
| 30° | 0,577 | $q_3 =$ | $f'_3 =$ | | | |
| 40° | 0,84 | $q_4 =$ | $f'_4 =$ | | | |
| 50° | 1,19 | $q_5 =$ | $f'_5 =$ | | | |
| 60° | 1,73 | $q_6 =$ | $f'_6 =$ | | | |

Рис. 1. Зависимость удельного давления q от угла скольжения τ Рис. 2. Зависимость скользящего резания f' от коэффициента скольжения $\operatorname{tg} \tau$

На основании проведенного расчета по табл. 2 вычерчиваем график рис. 3.

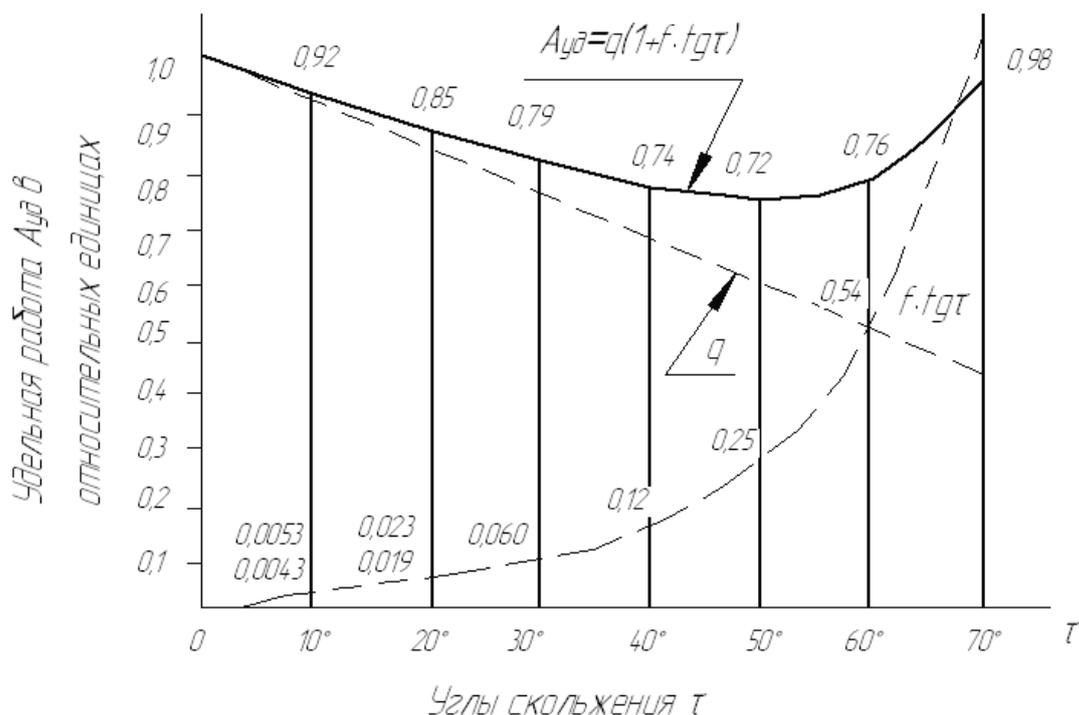


Рис. 3. Зависимость удельной работы от углов скольжения в относительных величинах

Для выбора углов скольжения, наиболее выгоднейших по минимальному расходу энергии на процесс резания, определяем на кривой рис. 3 такой участок, на котором минимальное значение удельной работы превышает менее, чем на 5%. Граничные углы скольжения этого участка на оси абсцисс и будут искомыми углами скольжения $\tau_{\text{мин}}$ и $\tau_{\text{макс}}$.

Построение схемы режущего аппарата.

Определив для своего примера минимальный и максимальный углы скольжения, студент приступает к построению схемы режущего аппарата.

1. Радиусом стандартного ножа вычерчиваем окружность, учитывая при этом запас на износ и стачивание ножа $B_2 = 30$ мм (рис. 4 и 5). От центра окружности проводим под углом $\tau_{\text{мин}}$ к вертикали прямую.

$$R = 410 - \frac{B_2}{2} = 395 \text{ мм.}$$

2. Через точку пересечения этой прямой с окружностью (точка C) проводим горизонталь. пересечение этой горизонтали с вертикалью в точке O определит центр вращения ножа, а также эксцентриситет e .

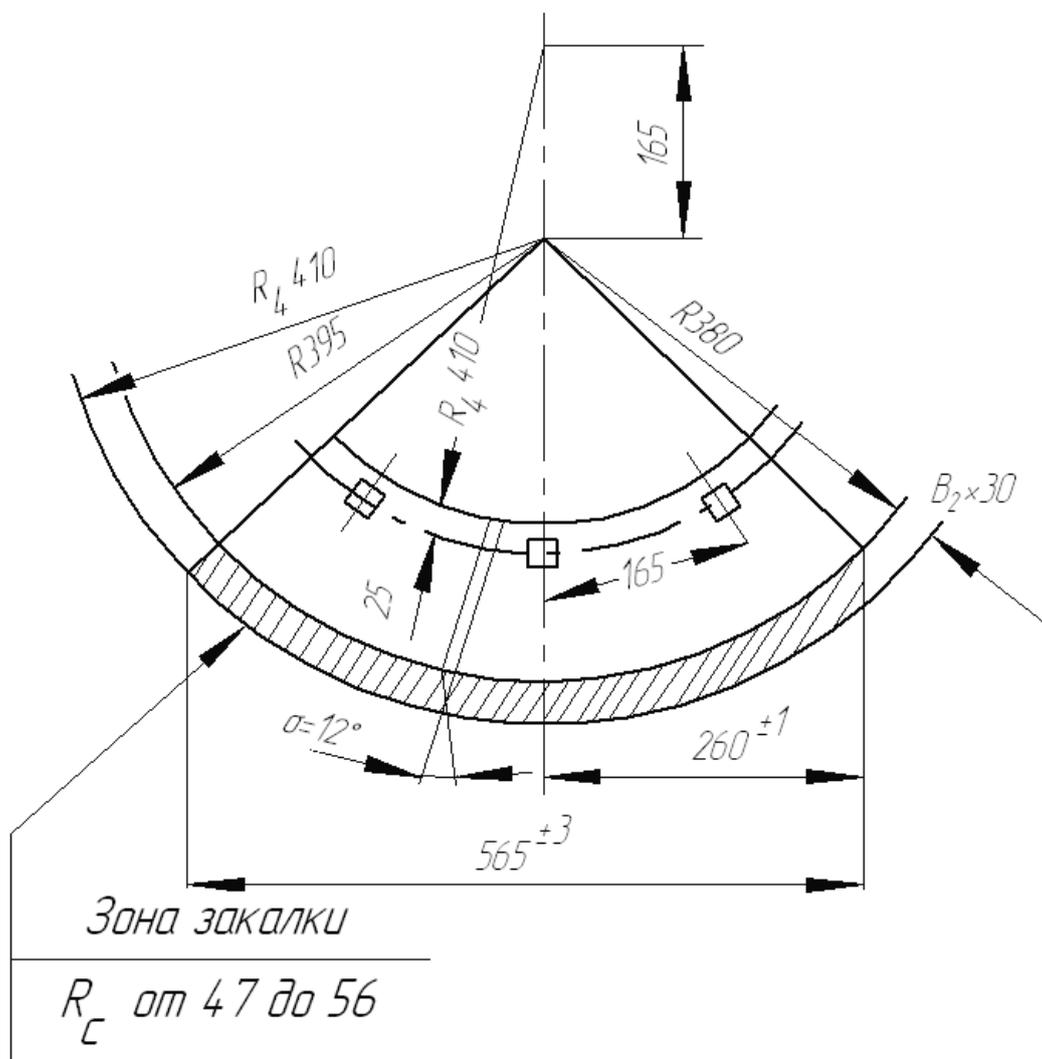


Рис. 4. Схема стандартного ножа

3. Находим последовательными построениями на окружности такую точку B , в которой угол между радиусом R и радиусом-вектором τ_{\max} равен $(90^\circ - \tau_{\max})$, что дает нам в этой точке лезвия ножа B угол скольжения τ_{\max} .

4. Угол скольжения τ_{\min} будет соответствовать точке C лезвия ножа. Точка A легко определяется засечкой на окружности из точки B длиной хорды изношенного стандартного ножа BA , что определяет и r_{\min} (рис. 4).

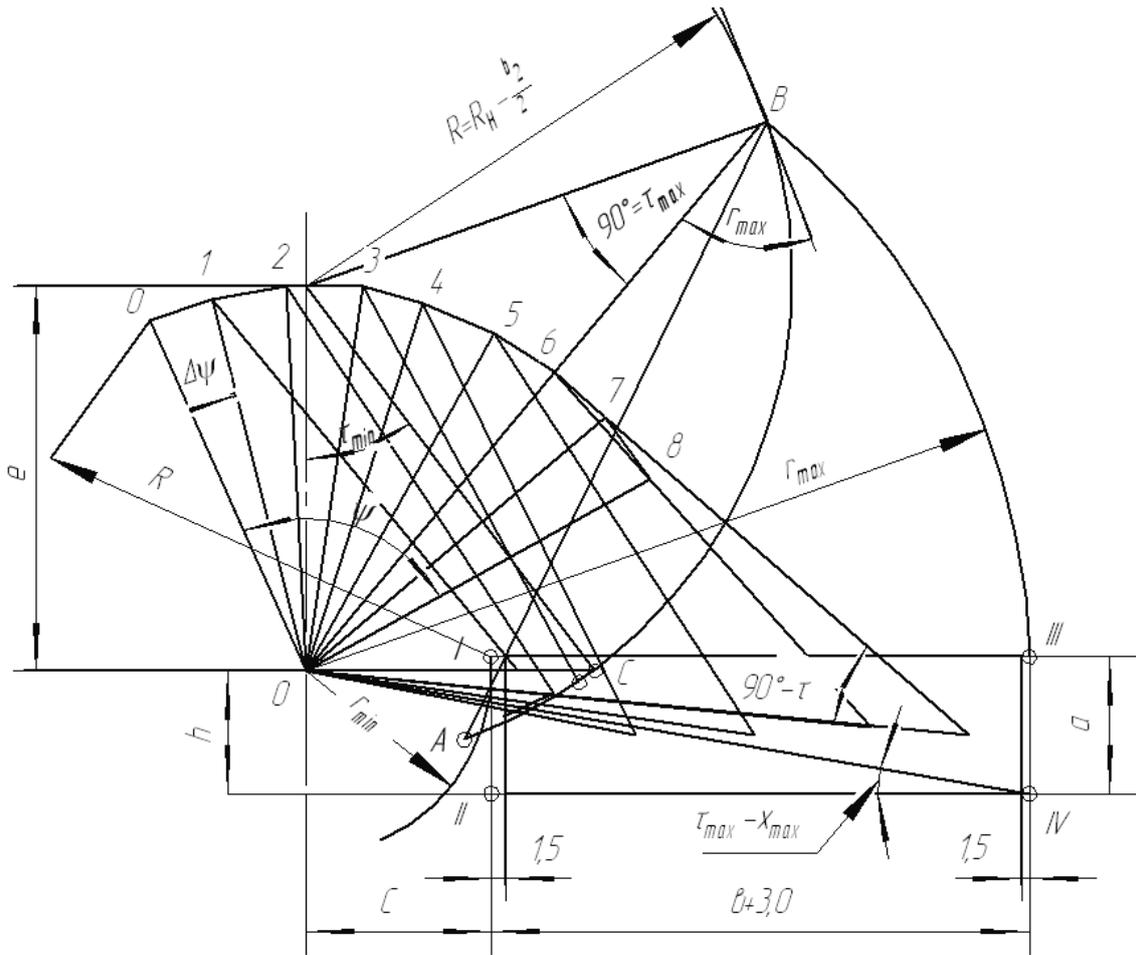


Рис. 5. Построение схемы режущего аппарата

5. Ширина горловины b определяется графически. Из центра вращения O проводим дугу r_{\max} . Чтобы материал заземлялся по всей длине рабочей части лезвия ножа, задаемся размером максимального угла раствора из соотношения

$$\chi_{\max} = \varphi_1 + \varphi_2 < \tau_{\max}.$$

Под углом $\tau_{\max} - \chi_{\max}$ к горизонтали вниз проводим прямую из центра вращения O до пересечения с проведенной радиусом r_{\max} дугой. Получаем точку пересечения IV . Эта точка определяет положение горизонтального нижнего края горловины, т.е. положение противорежущей грани. Действительно, в этой точке IV угол раствора имеет максимальное значение χ_{\max} , а когда нож достигает это положение наибольшего раствора, то прямая, проходящая через точку IV и центр вращения O , составляет с горизонталью использованный для построения угол ($\tau_{\max} - \chi_{\max}$). Чтобы учесть износ ножа, наиболее удаленная точка противорежущей грани берется на 15 мм ближе к центру горловины. На эти же 15

мм приближаем к центру горловины и левую крайнюю точку противоположной грани, т.е. точку II. Однако, по конструктивным соображениям, размер $C = r_{\text{мин}} + 15$ мм не берут меньше 100 мм.

6. Высоту горловины определяем по формуле

$$a = \frac{Q}{bklyn60}.$$

В этой формуле число оборотов рассчитывают по заданной скорости $V_{\text{ср}}$.

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{ср}}}{r_{\text{ср}}}; \quad r_{\text{ср}} = \frac{r_{\text{макс}} + r_{\text{мин}}}{2}; \quad n = \frac{30\omega_{\text{ср}}}{\pi} \text{ об/мин.}$$

Число ножей k выбирают в пределах от 2 до 6 с тем, чтобы a оказалась равной от 50 до 100 мм. Зная величину a , строим сечение горловины, так как теперь определяются последние две точки этого сечения – точки I и III.

Построение диаграммы моментов резания

Диаграмму моментов резания строим, пользуясь формулой

$$M_{\text{рез}} = \Delta S r \cos t q (1 + f' t g \tau).$$

Входящие в формулу величины ΔS , r , τ определяют графически. Для такого графического определения строят (рис. 5) последовательные положения ножа, начиная с момента начала резания и далее через каждый поворот ножа на $\Delta\psi = 10^\circ$. С этой целью проводим окружность из центра вращения радиусом, равным эксцентриситету e . По этой окружности перемещается центр кривизны ножа в процессе резания. Находим на этой окружности положение центра кривизны ножа в момент начала резания. Для этого засекаем на этой окружности точку радиусом кривизны ножа (в данном случае это радиус окружности) из точки 1 горловины. Это – точка O. Отмечаем на окружности следующие 8 точек вправо, соответствующие последовательному повороту ножа каждый раз на 10° .

Для этих точек вычерчиваем в пределах горловины загруженные участки лезвия ножа ΔS . Эти загруженные участки для каждого положения примеряем на чертеже. Также графически определяем радиусы-векторы, измеряя их от центра вращения до середины соответствующей дуги, т. е. до середины загруженного участка. Для определения углов скольжения, соответствующих каждому построенному положению но-

жа, измеряем транспортиром углы, образованные радиусами-векторами и радиусами кривизны ножа. Это – углы $90^\circ - \tau$. Для получения значения углов скольжения τ нужно эти углы ($90^\circ - \tau$) вычесть из 90° . Для найденных таким путем углов скольжения τ определяем по рис. 3 соответствующие значения величины $q(1 + f' \operatorname{tg} \tau)$. Все расчетные величины сводим в табл. 3. В эту таблицу ΔS и r подставляем в см, а величину $q(1 + f' \operatorname{tg} \tau)$ в кг/см, умножая для этой цели определяемые по рис. 3 относительные величины на q_0 .

На основании данных табл. 3 студент строит диаграмму моментов сопротивления резанию $M_{\text{рез}}$ (рис. 6)

По оси абсцисс откладывают углы поворота в градусах от 0 до $\frac{360^\circ}{k}$, где k число ножей. Интервал берется в соответствии с табл. 3 в 10° .

Таблица 6

| ψ | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° | Точки | | |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-----|----|
| | | | | | | | | | II | III | IV |
| ΔS | | | | | | | | | | | |
| r | | | | | | | | | | | |
| $90-\tau$ | | | | | | | | | | | |
| τ | | | | | | | | | | | |
| $\cos \tau$ | | | | | | | | | | | |
| $q(1+f'\operatorname{tg}\tau)$ | | | | | | | | | | | |

Кроме того помечаются точками II, III и IV. Наряду с градусами указываются и радианы. По оси ординат наносятся моменты резания $M_{\text{рез}}$ в кг. см. Построение необходимо сделать для двух смежных ножей. На рис. 6 дан числовой пример такого построения.

Расчет потребной мощности двигателя. Расчетным является средний момент резания. Средний $M_{\text{рез}}$ определяют делением работы резания за один оборот режущего аппарата на 2π . Работа резания одного ножа $A_{\text{рез}}$ равна

$$A_{\text{рез}} = \int_0^{\frac{2\pi}{k}} M_{\text{рез}} d\psi .$$

Следовательно

$$M_{\text{рез}} = \frac{A_{\text{рез}} \cdot k}{2\pi} = \frac{k \int_0^{\frac{2\pi}{k}} M_{\text{рез}} d\psi}{2\pi} .$$

Работа резания одного ножа $A_{\text{рез}}$ представляет собой графически в определенном масштабе площадь, очерченную диаграммой (рис. 6).

Эту площадь проще всего измерить планиметром. Но можно работу одного ножа подсчитать и как сумму произведений из среднего за один интервал момента резания и соответствующего этому интервалу угла поворота в радианах. Расчетный момент двигателя определяется как сумма трех моментов – моментов резания, холостого хода и подачи:

$$\text{расчетный } M_{\text{двиг}} = \text{средний } M_{\text{рез}} + M_{\text{хол}} + M_{\text{под}} \text{ кг. см.}$$

При этом можно исходить из расчета:

$$\text{средний } M_{\text{рез}} : M_{\text{хол}} : M_{\text{под}} = 3 : 1 : 1.$$

Мощность двигателя определяют по формуле

$$N = \frac{M_{\text{двиг}} \omega_{\text{ср}}}{102} \text{ кВт.}$$

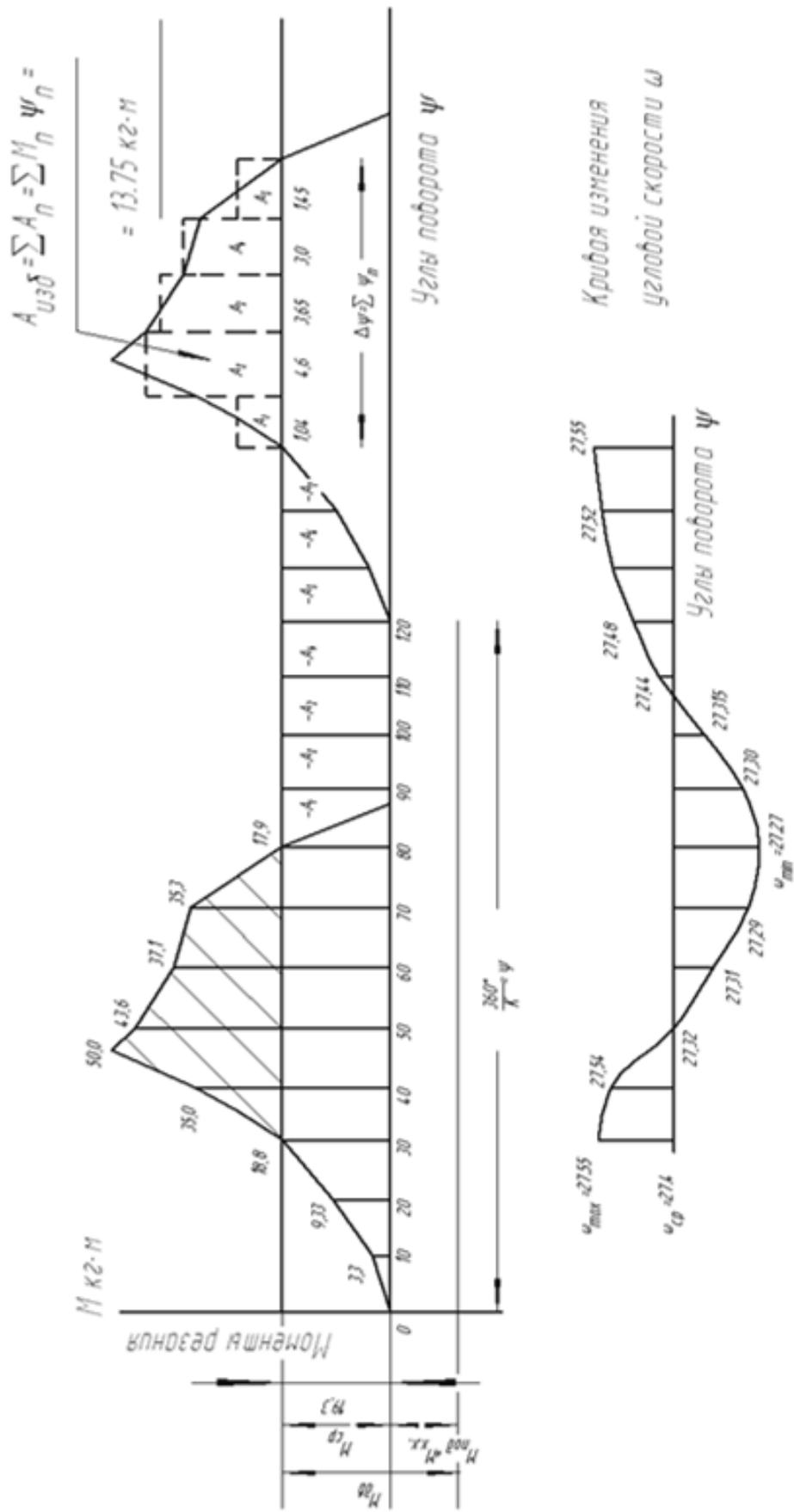


Рис. 6. Числовой пример построения диаграммы моментов резания.

Образец титульного листа

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра
«Агроинженерии»

ТЕОРИЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИВОТНОВДСТВЕ

Выполнил студент гр. 10400:

Иванов И. И.

Проверил к.с.-х., доцент:

Барков Д.А.

Юрга 201_

Учебное издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА ДИСКОВОЙ СОЛОМОСИЛОСОСРЕЗКИ

Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Теория машин и оборудования в животноводстве» для студентов, обучающихся на заочном отделении, и к выполнению практической работы для студентов очного отделения, обучающихся по специальности 10304 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» направления 110300 «Агроинженерия»

Составитель

БАРКОВ Даниил Андреевич

Печатается в редакции составителя

**Отпечатано в Издательстве ЮТИ ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 30.04.2014 г.
Формат 60x84/23 Бумага офсетная.
Плоская печать. Усл. печ. л. 0,87. Уч-изд. л. 0,79.
Тираж 20 экз. Заказ Цена свободная.
ИПЛ ЮТИ ТПУ. Ризограф ЮТИ ТПУ.
652050, г. Юрга, ул. Московская, 17.