

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра сельскохозяйственных машин

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности*

6-05-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции

**Горки
БГСХА
2024**

1. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ

1. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании плугов, являются: рабочая ширина захвата плуга B , которая в свою очередь зависит от ширины одного корпуса b и количества корпусов n ; максимальная глубина вспашки a ; удельное сопротивление почвы k ($k = 20 \dots 30$ кН/м² на легких почвах, $40 \dots 50$ кН/м² – на средних, $60 \dots 70$ кН/м² – на тяжелых); тяговое усилие P трактора и коэффициент использования η тягового усилия трактора, который принимают равным $0,80 \dots 0,95$.

Таким образом, количество корпусов, которое может иметь плуг для трактора с заданным тяговым усилием, можно определить, как

$$n = \frac{B}{b}.$$

В свою очередь, рабочая ширина захвата плуга

$$B = \frac{\eta P}{ak},$$

Пример расчета.

Дано: тяговое усилие трактора – 30 кН; коэффициент использования тягового усилия трактора – 0,85; максимальная глубина вспашки – 0,25 м; удельное сопротивление почвы – 45 кН/м²; ширина одного корпуса – 0,4 м. Определить количество корпусов плуга.

Рабочая ширина захвата плуга

$$B = \frac{0,85 \cdot 30}{0,25 \cdot 45} = 2,26 \text{ м.}$$

Количество корпусов плуга

$$n = \frac{2,26}{0,4} = 5,65.$$

Принимаем меньшее целое число $n = 5$.

Пример решения обратной задачи.

Дано: количество корпусов плуга – 8; ширина одного корпуса – 0,4 м; максимальная глубина вспашки – 0,27 м; удельное сопротивление почвы – 50 кН/м²; коэффициент использования тягового усилия трактора 0,8. Определить необходимое тяговое усилие трактора.

$$B = nb = 8 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ м.}$$

Тяговое усилие трактора

$$P = \frac{Bak}{\eta} = \frac{3,2 \cdot 0,27 \cdot 50}{0,8} = 54 \text{ кН.}$$

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Тяговое усилие трактора, кН	Коэффициент использования тягового усилия	Количество корпусов	Ширина корпуса, м	Максимальная глубина вспашки, м	Удельное сопротивление почвы, кН/м ²
1	20	0,8	х	0,4	0,24	40
2	30	0,85	5	0,4	х	45
3	50	0,9	8	0,4	0,25	х
4	х	0,85	8	0,4	0,26	50

2. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании дисковых орудий, являются: диаметр дисков D ; расстояние между дисками b (при работе одной батареей дисков – в один след) или B (при работе двумя батареями – в два следа); угла атаки θ . Качество работы дисковых орудий определяют по высоте гребней необработанной почвы, высота которых не должна превышать половины глубины обработки. Глубина обработки a зависит от типа дисков, массы орудия и угла атаки.

Высота необработанных гребней

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - b^2 \operatorname{ctg}^2 \theta}.$$

При работе одной батареей смежные (соседние) следы образуются смежными дисками батареи и расстояние между дисками

$$b = 2 \sqrt{h(D - h)} \operatorname{tg} \theta.$$

При работе двумя батареями смежные следы образуются дисками обеих батарей, поэтому расстояние между дисками в одной батарее равно удвоенному расстоянию b

$$B = 2b.$$

Пример расчета.

Дано: диаметр дисков – 0,6 м; угол атаки – 20 °; предполагаемая глубина обработки – 0,12 м; допустимая высота необработанных гребней – $h = 0,5a$. Определить расстояние между дисками в батарее при работе двух батарей в два следа.

Допустимая высота гребней

$$h = 0,5 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ м.}$$

Расстояние между дисками при работе одной батареей

$$b = 2\sqrt{0,06(0,6 - 0,06)} \operatorname{tg}20^\circ = 0,13 \text{ м.}$$

Расстояние между дисками при работе двумя батареями

$$B = 2 \cdot 0,13 = 0,26 \text{ м.}$$

Пример решения обратной задачи.

Дано: диаметр дисков – 0,66 м; предполагаемая глубина обработки при работе двумя батареями в два следа – 0,14 м; расстояние между дисками в батарее – 0,2 м; допустимая высота необработанных гребней – $h = 0,5a$.
Определить требуемый угол атаки дисков.

Допустимая высота гребней

$$h = 0,5 \cdot 0,14 = 0,07 \text{ м.}$$

Расстояние между дисками при работе одной батареей составляло бы

$$b = \frac{B}{2} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ м.}$$

Тогда

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{b}{2\sqrt{h(D-h)}} = \frac{0,1}{2\sqrt{0,07(0,66-0,07)}} = 0,25$$

Угол атаки $\theta = \arctan 0,25 = 14^\circ$.

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Диаметр дисков, м	Угол атаки, град.	Глубина обработки почвы, м	Допустимая высота гребней	Расстояние между дисками батареи, м	Количество батарей
1	0,60	20	х	0,5а	0,22	2
2	0,55	16	0,12	0,5а	х	2
3	0,65	х	0,14	0,4а	0,20	2
4	х	12	0,16	0,4а	0,22	2

3. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании культиваторов, являются: рабочая ширина захвата культиватора B ; количество рыхлителей n_0 ; количество рядов рыхлителей N ; количество рыхлителей в ряду n_p ; ширина лапы рыхлителя d ; расстояние между рыхлителями в ряду b ; расстояние между смежными следами S ; угол между плоскостями, ограничивающими область деформации почвы, – угол деформации θ ; вылет носка лапы относительно стойки l_0 ; угол вхождения (наклона носка) лапы в почву α . Качество работы культиватора определяют

по высоте гребней необработанной почвы, высота которых не должна превышать половины глубины обработки.

Расстановку рыхлителей на раме культиватора осуществляют с учетом зон деформации почвы в продольном и поперечном направлении. Расстояние между рядами должно быть несколько больше зоны деформации L в продольном направлении

$$L = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

где a – глубина рыхления,

φ – коэффициент трения почвы о сталь.

Расположение рыхлителей в ряду зависит от количества рядов, предполагаемой глубины рыхления, угла деформации почвы, ширины лапы рыхлителя.

Расстояние между рыхлителями в ряду

$$b = S \cdot N.$$

Расстояние между смежными следами определяет высоту необработанных гребней

$$h = \frac{1}{2}(S - d) \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}.$$

Пример расчета.

Дано: ширина захвата культиватора – 4 м; количество рядов рыхлителей – 3; общее количество рыхлителей – 30; ширина лапы рыхлителя – 0,04 м; вылет носка лапы относительно стойки – 0,15 м; угол деформации почвы – 45°; угол вхождения (наклона носка) лапы в почву – 40°; угол трения почвы о сталь – 35°. Определить расстояние между рыхлителями в ряду, глубину рыхления, обеспечивающую высоту необработанных гребней – $h = 0,5a$; расстояние между рядами.

Количество рыхлителей в ряду

$$n_p = \frac{30}{3} = 10.$$

Расстояние между рыхлителями в ряду

$$b = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ м.}$$

Расстояние между смежными следами

$$S = \frac{4}{30} = 0,13 \text{ м.}$$

Высота необработанных гребней

$$h = \frac{1}{2}(0,13 - 0,04) \operatorname{ctg} \frac{45}{2} = 0,11$$

м.

Глубина рыхления для выполнения условия $h = 0,5a$

$$a = \frac{h}{0,5} = \frac{0,11}{0,5} = 0,22 \text{ м.}$$

Зона деформации почвы в продольном направлении

$$L = 0,15 + 0,22 \cdot \operatorname{tg}(40^\circ + 35^\circ) = 0,97 \text{ м.}$$

Расстояние между рядами должно быть больше 0,97 м. Принимаем 1 м.

Пример решения обратной задачи.

Дано: ширина захвата культиватора – 6 м; количество рядов рыхлителей – 4; ширина лапы рыхлителя – 0,03 м; угол деформации почвы – 50° ; вылет носка лапы относительно стойки – 0,1 м; угол вхождения (наклона носка) лапы в почву – 40° ; угол трения почвы о сталь – 35° ; предполагаемая глубины рыхления – 0,12 м; допустимая высота необработанных гребней – $h = 0,5a$. Определить общее количество рыхлителей, расстояние между рыхлителями в ряду, расстояние между рядами.

Допустимая высота гребней

$$h = 0,5 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ м.}$$

Расстояние между смежными следами

$$S = \frac{2h}{\operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}} + d = \frac{2 \cdot 0,06}{\operatorname{ctg} 25^\circ} + 0,03 = 0,09 \text{ м.}$$

Общее количество рыхлителей

$$n = \frac{6}{0,09} = 67.$$

Расстояние между рыхлителями в ряду

$$b = 0,09 \cdot 4 = 0,36 \text{ м.}$$

Зона деформации почвы в продольном направлении

$$L = 0,1 + 0,12 \cdot \operatorname{tg}(40^\circ + 35^\circ) = 0,55 \text{ м.}$$

Расстояние между рядами должно быть больше 0,55 м. Принимаем 0,6 м.

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Ширина культиватора, м	Количество рядов	Глубина обработки почвы, м	Допустимая высота гребней	Расстояние между смежными следами, м	Общее количество рыхлителей
1	4	3	х	0,4а	х	48
2	5	4	х	0,4а	х	60
3	6	3	0,14	0,5а	х	х
4	8	4	0,16	0,5а	х	х

Продолжение таблицы

Номер варианта	Ширина лапы, м	Вылет носка лапы, м	Угол деформации почвы, град.	Угол наклона лапы, град.	Угол трения, град.	Расстояние между рядами
1	0,03	10	45	50	35	х
2	0,04	15	50	45	40	х
3	0,03	10	50	40	45	х
4	0,04	12	45	35	40	х

2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

1. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании машин для внесения твердых органических удобрений, являются: рабочая ширина захвата машины B_M , представляющая собой ширину полосы, на которую распределяются удобрения; скорость движения машины V_M ; норма внесения удобрений Q ; объемная масса удобрений γ ; высота слоя удобрений, подаваемого к распределяющему устройству h ; ширина транспортера B_T ; скорость движения транспортера V_T .

Для расчета необходимых параметров приравнивают подачу удобрений, которая обеспечивается скоростью транспортера, подаче удобрений, обеспечивающей заданную норму внесения.

Подача удобрений, обеспечиваемая транспортером,

$$q_T = \gamma h B_T V_T.$$

Подача удобрений, требуемая для внесения заданной нормы,

$$q_H = 10^{-4} B_M V_M Q.$$

Следует учитывать, что в приведенной зависимости скорость движения машины выражается в м/с, а норма внесения удобрений – в кг/га.

Непрерывность технологического процесса предполагает их равенство, из которого определяют необходимый параметр

$$\gamma h B_T V_T = 10^{-4} B_M V_M Q.$$

Пример расчета.

Дано: рабочая ширина захвата машины – 6 м; скорость движения машины – 6 км/ч; норма внесения удобрений – 30 т/га; объемная масса удобрений – 800 кг/м³; высота расположения удобрений (высота слоя) – 0,7 м; ширина транспортера – 2,5 м. Определить скорость транспортера, обеспечивающую заданную норму внесения удобрений.

Скорость машины $V_M = 6 \text{ км/ч} = 1,7 \text{ м/с}$.

Норма внесения удобрений $Q = 30 \text{ т/га} = 30000 \text{ кг/га}$ (коэффициент 10^{-4} переводит гектары в м²).

Из последнего равенства

$$V_T = \frac{10^{-4} B_M V_M Q}{\gamma h B_T} = \frac{10^{-4} \cdot 6 \cdot 1,7 \cdot 30000}{800 \cdot 0,7 \cdot 2,5} = 0,02 \text{ м/с}.$$

Другие параметры из этого неравенства определяются аналогично.

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Ширина захвата машины, м	Скорость движения машины, км/ч	Норма внесения удобрений, т/га	Объемная масса удобрений, кг/м ³	Высота слоя удобрений, м	Ширина транспортера, м	Скорость транспортера, м/с
1	x	6	30	800	0,7	2,5	0,02
2	7	x	40	850	0,6	2,7	0,03
3	8	5	x	800	0,7	2,7	0,04
4	7	6	60	750	0,8	2,5	x

3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

1. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании питающего аппарата кормоуборочного комбайна, являются: диаметр валцов D_B ; частота вращения валцов n_B ; длина валцов b , равная ширине питающего аппарата; расстояние между нижним и верхним валцом a , определяющая степень сжатия подаваемой на измельчение растительной массы; объемная масса подпрессованного (сжатого) растительного материала γ ; подача m' убираемой массы в питающий аппарат.

Подача массы при скашивании зависит от скорости движения комбайна V , ширины жатки B и урожайности скашиваемой массы Q_M

$$m' = Q_M B V.$$

Подача массы при подборе валков зависит от скорости движения комбайна V и массы погонного метра валка m_B

$$m' = m_g V.$$

Пропускная способность питающего аппарата обеспечивается окружной скоростью валцов, соответствующей подаче

$$m' = \gamma ab u.$$

В свою очередь, окружная скорость

$$u = \omega r = \omega \frac{D}{2},$$

а угловая скорость валцов

$$\omega = \frac{\pi n}{30}.$$

Таким образом, зная предполагаемую подачу массы, можно рассчитать частоту вращения валцов заданного диаметра, обеспечивающую бесперебойную транспортировку ее к измельчающему аппарату.

Пример расчета.

Дано: ширина жатки комбайна – 3 м; скорость движения комбайна – 7 км/ч; урожайность скашиваемой массы – 35 т/га; диаметр валцов – 0,2 м; расстояние между валцами – 0,05 м; длина валцов – 0,6 м; объемная масса сжатого валцами материала – 300 кг/м³. Определить частоту вращения валцов, обеспечивающую пропускную способность, соответствующую подаче.

Скорость движения комбайна $V = 7 \text{ км/ч} = 1,9 \text{ м/с}$.

Урожайность скашиваемой массы $Q_m = 35 \text{ т/га} = 3,5 \text{ кг/м}^2$.

Подача массы

$$m' = 3,5 \cdot 3 \cdot 1,9 = 20 \text{ кг/с}.$$

Окружная скорость валцов

$$u = \frac{m'}{\gamma ab} = \frac{20}{300 \cdot 0,05 \cdot 0,6} = 2,2 \text{ м/с}.$$

Угловая скорость валцов

$$\omega = \frac{2u}{D} = \frac{2 \cdot 2,2}{0,2} = 22 \text{ рад/с}.$$

Частота вращения валцов

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 22}{3,14} = 210 \text{ об/мин}.$$

Варианты заданий для расчета ДОБАВИТЬ ЧАСТОТУ

Номер варианта	Ширина жатки комбайна, м	Скорость движения комбайна, км/ч	Урожайность скашиваемой массы, т/га	Частота вращения вальцов, об/мин
1	3	х	30	220
2	4	6	40	х
3	3	8	35	200
4	4	7	25	х

Продолжение таблицы

Диаметр вальцов, м	Расстояние между вальцами, м	Длина вальцов, м	Объемная масса материала, кг/м ³
0,18	0,1	0,6	300
0,22	0,12	0,7	280
0,20	х	0,6	320
0,24	0,07	0,7	340

1. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна, являются: диаметр барабана D_6 ; частота вращения барабана n_6 ; количество ножей z ; длина барабана L , равная ширине измельчающего аппарата; скорость подачи u массы в измельчающий аппарат, которая равна окружной скорости вальцов и определяет размер частиц l (степень измельчения) растительной массы,

$$l = \frac{60u}{zn_6}.$$

Как видно, диаметр барабана не влияет на степень измельчения. Его значение выбирают, исходя из возможности размещения на нем необходимого количества ножей. Степень измельчения зависит от частоты вращения барабана, количества ножей и окружной скорости вальцов.

Окружная скорость вальцов, в свою очередь, зависит от диаметра вальцов и частоты их вращения.

Пример расчета.

Дано: диаметр вальцов питающего аппарата – 0,22 м; частота вращения вальцов – 190 об/мин; частота вращения измельчающего барабана – 900 об/мин; количество ножей на барабане – 12. Определить размер частиц измельченной массы.

Угловая скорость вальцов

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 190}{30} = 19,9 \text{ рад/с.}$$

Окружная скорость валцов

$$u = \omega r = \omega \frac{D}{2} = 19,9 \frac{0,22}{2} = 2,2 \text{ м/с.}$$

Размер частиц

$$l = \frac{60u}{zn_6} = \frac{60 \cdot 2,2}{12 \cdot 900} = 0,012 \text{ м.}$$

Пример решения обратной задачи.

Дано: диаметр валцов питающего аппарата – 0,18 м; частота вращения измельчающего барабана – 1000 об/мин; количество ножей на барабане – 12. Определить частоту вращения питающих валцов, обеспечивающих размер частиц измельченной массы 0,02 м.

Окружная скорость валцов

$$u = \frac{lzn_6}{60} = \frac{0,02 \cdot 12 \cdot 1000}{60} = 4 \text{ м/с.}$$

Угловая скорость валцов

$$\omega = \frac{u}{r} = \frac{2u}{D} = 44,4 \text{ рад/с.}$$

Частота вращения валцов

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 44,4}{3,14} = 424 \text{ об/мин.}$$

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Диаметр валцов, м	Частота вращения валцов, об/мин	Частота вращения барабана, об/мин	Количество ножей, штук	Размер частиц измельченной массы, м
1	0,22	180	1000	12	x
2	0,20	220	950	x	0,02
3	0,22	360	900	6	x
4	0,18	x	1050	12	0,01

4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

1. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании мотвила жатки зерноуборочного комбайна, являются: радиус r , частота вращения n , количество планок (граблин). Кроме этого, необходимо учитывать рабочую скорость движения V_m комбайна (уборочной машины),

поскольку от соотношения линейных скоростей планки мотовила u и скорости комбайна зависит кинематический режим работы λ мотовила и траектория движения планки

$$\lambda = \frac{u}{V}.$$

При $\lambda > 1$ траектория движения планки образует петлю, в нижней части которой скорость u абсолютного движения планки направлена в сторону режущего аппарата.

При $\lambda < 1$ скорость u во всех точках траектории направлена в сторону движения машины, т.е. мотовило не выполняет своих функций и не подводит, а отталкивает стебли от режущего аппарата.

Значение λ обычно принимают в пределах 1,4...1,8.

При $\lambda > 1,8$ планки могут вымолачивать зерно, увеличивая потери.

При $\lambda < 1,4$ планки захватывают мало стеблей, и большая часть стеблестоя не подвергается их воздействию.

При входе планки в стеблестой в зависимости от высоты установки мотовила и кинематического режима его работы возможно два варианта воздействия ее на стебли: планка отталкивает стебли от режущего аппарата и планки подводит стебли к режущему аппарату. Для обеспечения входа планки в стеблестой без отталкивания стеблей высотой L вперед по ходу движения машины должно выполняться условие

$$H = L + \frac{r}{\lambda} - h,$$

где H – высота установки вала мотовила на режущим аппаратом;

h – высота установки режущего аппарата над поверхностью поля (высота среза).

Пример расчета.

Дано: радиус мотовила – 0,55 м; частота вращения мотовила – 35 об/мин; количество планок мотовила – 6; рабочая скорость движения комбайна – 6 км/ч; высота стеблестоя – 1,3 м; высота среза 0,2 м. Определить показатель кинематического режима работы мотовила и высоту установки его над режущим аппаратом.

Скорость комбайна $V = 6 \text{ км/ч} = 1,67 \text{ м/с}$.

Угловая скорость планки мотовила

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 35}{30} = 3,66 \text{ рад/с}.$$

Линейная (окружная) скорость планки мотовила

$$u = \omega r = 3,66 \cdot 0,55 = 2,01 \text{ м/с.}$$

Показатель кинематического режима работы мотовила

$$\lambda = \frac{2,01}{1,67} = 1,2.$$

Высота установки вала мотовила на режущим аппаратом

$$H = 1,3 + \frac{0,55}{1,2} - 0,2 = 1,56 \text{ м.}$$

Решение обратной задачи.

Дано: радиус мотовила – 0,6 м; показатель кинематического режима работы мотовила – 1,3; количество планок мотовила – 6; рабочая скорость движения комбайна – 5 км/ч; высота среза – 0,15 м; высота установки мотовила над режущим аппаратом – 1,45 м. Определить необходимую частоту вращения мотовила и максимальную высоту стеблестоя, при которой стебли не будут отклоняться вперед.

Скорость комбайна $V = 5 \text{ км/ч} = 1,94 \text{ м/с.}$

Линейная (окружная) скорость планки мотовила

$$u = \lambda V = 1,3 \cdot 1,94 = 1,39 \text{ м/с.}$$

Угловая скорость планки мотовила

$$\omega = \frac{u}{r} = \frac{1,39}{0,3} = 4,6 \text{ рад/с.}$$

Частота вращения мотовила

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 4,6}{3,14} = 43,9 \text{ об/мин.}$$

Высота стеблестоя, при которой стебли не будут отклоняться вперед,

$$L = H - \frac{r}{\lambda} + h = 1,4 - \frac{0,3}{1,3} + 0,15 = 1,32 \text{ м.}$$

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Радиус мотовила, м	Частота вращения мотовила, об/мин	Число планок мотовила	Скорость движения комбайна, км/ч	Показатель кинемат. режима	Высота стеблестоя, м	Высота среза, м	Высота установки мотовила, м
----------------	--------------------	-----------------------------------	-----------------------	----------------------------------	----------------------------	----------------------	-----------------	------------------------------

1	0,45	35	5	6	x	1,2	0,25	x
2	0,50	x	5	5	1,3	x	0,20	1,5
3	0,55	x	6	7	1,2	1,5	0,15	x
4	0,50	45	4	6	x	x	0,20	1,4

2. Основными параметрами, учитываемыми при проектировании молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) зерноуборочного комбайна, являются: подача m' убираемой массы в МСУ; диаметр барабана D_6 ; количество бичей M ; длина барабана L_6 ; частота вращения барабана n .

Подача массы в МСУ зависит от урожайности Q_m , ширины захвата жатки B , скорости движения комбайна V и определяется аналогично подаче массы в питающий аппарат кормоуборочного комбайна

$$m' = Q_m BV.$$

Диаметр барабана влияет на его рабочую частоту вращения, радиус кривизны и угол охвата деки. Диаметр барабана принимают равным $D = 0,6 \dots 0,8$ м.

Число бичей влияет на количество ударов (обмолот) и частоту пульсации (сепарацию) слоя массы. Из условия создания наилучшего эффекта обмолачивания и сепарации число бичей выбирают равным $M = 8 \dots 10$.

Диаметр барабана и количество бичей – параметры взаимосвязанные. На барабане большего диаметра устанавливают большее количество бичей.

Для обеспечения силы удара, необходимой для разрушения связи зерна с колосом, окружная (линейная) скорость бича барабана должна быть в пределах $u = 28 \dots 32$ м/с.

Тогда диаметр барабана можно определить по зависимости

$$D_6 = \frac{u \Delta t M}{\pi},$$

где Δt – время между ударами смежных бичей, необходимое для обеспечения сепарации зерна ($\Delta t = 0,008$ с).

Длину барабана определяют по пропускной способности (подаче) МСУ и допустимой подаче μ на 1 м длины бича ($\mu = 0,6 \dots 0,7$ кг/м)

$$L_6 = \frac{m'}{\mu M}.$$

Частоту вращения барабана рассчитывают по известному его диаметру и линейной скорости бичей

$$n = \frac{60u}{\pi D_6}.$$

Пример расчета.

Дано: общая урожайность (зерна и соломы) убираемой культуры – 100 ц/га; ширина жатки – 6 м; рабочая скорость комбайна – 6 км/ч; необходимая окружная (линейная) скорость бича барабана – 30 м/с; число бичей барабана – 10. Определить подачу массы и соответствующие ей параметры МСУ.

Урожайность убираемой культуры $Q_m = 100 \text{ ц/га} = 1 \text{ кг/м}^2$.

Скорость движения комбайна $V = 6 \text{ км/ч} = 1,67 \text{ м/с}$.

Подача массы в МСУ

$$m' = 1 \cdot 6 \cdot 1,94 = 10,02 \text{ кг/с.}$$

Диаметр барабана

$$D_6 = \frac{30 \cdot 0,008 \cdot 10}{3,14} = 0,76 \text{ м.}$$

Принимаем $D_6 = 0,8 \text{ м}$.

Длина барабана

$$L_6 = \frac{10,02}{0,65 \cdot 10} = 1,54 \text{ м.}$$

Принимаем $L_6 = 1,5 \text{ м}$.

Частоту вращения барабана

$$n = \frac{60 \cdot 30}{3,14 \cdot 0,8} = 716 \text{ об/мин.}$$

Решение обратной задачи.

Дано: общая урожайность (зерна и соломы) убираемой культуры – 85 ц/га; ширина жатки – 7 м; рабочая скорость комбайна – 5 км/ч; частота вращения барабана – 750 об/мин; диаметр барабана – 0,8 м. Определить подачу массы и соответствующие ей параметры МСУ.

Урожайность убираемой культуры $Q_m = 85 \text{ ц/га} = 0,85 \text{ кг/м}^2$.

Скорость движения комбайна $V = 5 \text{ км/ч} = 1,39 \text{ м/с}$.

Подача массы в МСУ

$$m' = 0,85 \cdot 7 \cdot 1,39 = 8,27 \text{ кг/с.}$$

Линейная скорость бича барабана

$$u = \frac{\pi D_6 n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,8 \cdot 750}{60} = 31,4 \text{ м/с.}$$

Число бичей барабана

$$M = \frac{\pi D_6}{u \Delta t} = \frac{3,14 \cdot 0,8}{31,4 \cdot 0,008} = 10.$$

Длина барабана

$$L_6 = \frac{8,27}{0,65 \cdot 10} = 1,27 \text{ м.}$$

Принимаем $L_6 = 1,3$ м.

Варианты заданий для расчета

Номер варианта	Общая урожайность, ц/га	Ширина жатки, м	Скорость движения комбайна, км/ч	Линейная скорость бича, км/ч	Число бичей барабана	Диаметр барабана, м	Допустимая подача на 1 м бича, м	Частота вращения барабана, об/мин
1	90	7	6	28	8	х	0,65	х
2	110	6	5	30	10	х	0,70	х
3	100	6	5	х	х	0,8	0,70	800
4	80	7	6	х	х	0,6	0,60	1050