

6. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВЫГРУЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ДЛЯ КРС

В качестве питателей дозаторов для накопления и дозированной подачи стебельных кормов широко применяют цепочно-планчатые питатели с битерными устройствами различного конструктивного исполнения. Они различаются между собой рабочими органами подающих конвейерных устройств, конструкцией битеров, их количеством и расположением, углом наклона питателей к горизонту и приёмной частью.

Технологический процесс дозированной подачи стебельных и других связных кормов происходит следующим образом. Находящийся в бункере питатель-дозаторе монолит кормового материала (рис. 18) подаётся цепочно-планчатым конвейером 1 к счёсывающему устройству, состоящему из битеров 3. Штифты вращающихся битеров счёсывают соприкасающийся с ними материал и выгружают на поперечный конвейер 2 или подают непосредственно в технологическую линию сбора и смешивания компонентов приготавливаемого корма.

В любом случае пропускная способность поперечного конвейера должна несколько превышать пропускную способность битерной системы, а последняя – пропускную способность подающего конвейера:

$$Q_{\text{пк}} \geq Q_{\text{б}} \geq Q_{\text{п}}, \quad (74)$$

где $Q_{\text{пк}}$, $Q_{\text{б}}$, $Q_{\text{п}}$ – производительность, соответственно, поперечного конвейера, битерной системы, подающего конвейера, кг/с.

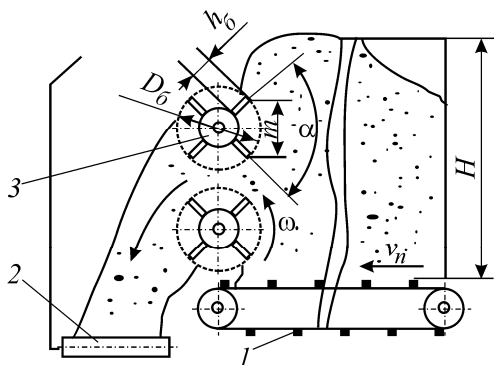


Рис. 18. Схема дозатора стебельных кормов

Раскроем приведенное выше соотношение для подачи и получим:

$$bh_k v_1 \rho_1 k_n k_m \geq \sum_{i=1}^n b_0 h_0 S_{\text{п}} \omega k_n k_n \geq BH v_{\text{п}} k_0, \quad (75)$$

где b , h_k – соответственно ширина поперечного конвейера и высота кормовой массы на нем, м; v_1 , $v_{\text{п}}$ – скорость движения соответственно поперечного и подающего конвейеров, м/с; ρ_1 , ρ – насыпная объёмная масса материала соответственно на поперечном конвейере и в бункере, кг/м³; k_n – коэффициент, учитывающий снижение скорости корма за счёт проскальзывания ($k_n = 0,5 \dots 0,9$); k_m – коэффициент, учитывающий потери полезного объёма желоба за счёт выступов на поперечных транспортёрах ($k_m = 0,95 \dots 0,98$); b_0 – ширина захвата битеров, м; $S_{\text{п}}$ – шаг установки пальцев на битере, м; ω – угловая скорость битера, с⁻¹; $k_n = 0,5 \dots 0,9$ – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления кормовой массы к пальцу битера; B и H – соответственно ширина бункера и высота кормового бурта в нём, м; $k_0 = 0,94 \dots 0,96$ – коэффициент, учитывающий отставание корма в бункере от продольного конвейера; h_0 – высота пальцев битера, м.

Для повышения точности дозирования стебельных кормов нередко применяют двухстадийную систему, состоящую из питателей-дозаторов битерного типа и выравнивающего устройства, которое обеспечивает сглаживание поступающего от питателя кормового потока и автоматическое управление его работой.

Скорость движения конвейера l (см. рис. 18) регулируют храповым механизмом или вариатором. Особенностью рассматриваемых устройств является зависимость подачи дозируемого корма от заполнения бункера-накопителя. В начальный период работы, когда кормовая масса ещё не сформировалась у битеров и режим их работы не стабилизировался, темп подачи материала значительно отстаёт от нормы. При установившемся режиме количество выдаваемого корма в единицу времени и точность дозирования соответствуют расчётным показателям. По мере уменьшения объёма кормовой массы в бункере начинается сдвиг, а затем обрушение верхних слоёв массы. Количество выдаваемого корма при этом резко уменьшается и составляет 60...70% от установленной нормы выдачи.

Для избежания нарушения нормы выдачи дозируемых кормов, особенно в условиях их непрерывного дозирования и смешивания, постоянно следят за уровнем кормов в бункере и дополняют его по мере опорожнения или оснащают питатели-дозаторы дополнительными устройствами, обеспечивающими стабильность геометрической формы обрабатываемого битерами монолита кормового материала.

Равномерность выдачи связана с бiteraми, конструктивные и кинематические параметры которых влияют на количество захватываемого каждой гребёнкой корма и формирование выгружаемого вала массы на сборном или выгрузном конвейере.

Битер, являющийся ротационным рабочим органом, разрыхляет определённый слой массы, отделяет его от монолита и перебрасывает создаваемой центробежной силой на поперечный конвейер. При этом гребёнки битера отбирают из массы корма слой, которой равен по высоте хорде m центрального угла α_1 между двумя радиусами, опущенными в точку вхождения гребёнки в массу и точку выхода её из массы. Минимальные затраты энергии в этом случае происходят в момент, когда с массой соприкасается только одна гребёнка. При этом $\alpha_1 = 2 \arcsin(m/D_6)$, а оптимальное число гребёнок битера составит

$$z = \frac{360^\circ}{\alpha_1} = \frac{180^\circ}{\arcsin\left(\frac{m}{D_6}\right)}, \quad (76)$$

где α_1 – центральный угол, определяющий величину слоя, отбираемого гребёнкой, град; m – высота отбираемого слоя, м; D_6 – диаметр битера, м; z – число гребёнок битера.

Критерием выбора оптимальной частоты вращения битера служат два фактора: необходимая пропускная способность и дальность отбрасывания отделяемой массы корма.

Взаимодействие штифтов битера, образующих гребёнку, с кормовой массой представляет собой разрушение связанного материала в условиях ограничения бокового расширения. Поскольку это взаимодействие происходит по дуге, длина которой в сравнении с общей высотой корма в бункере незначительна, то для расчётов с достаточной мерой точности участок взаимодействия штифтов битера с массой можно принять за прямолинейный. Перемещение массы в бункере за время взаимодействия штифтов битера с кормом невелико. Поэтому можно условно принять, что штифты битера взаимодействуют с неподвижным связным материалом.

С учётом изложенного частоту вращения битера определяют по формуле

$$n_6 = \frac{30 H v_{\pi} k_o k_p k_3}{D_6^2 \sin^2\left(\frac{\alpha_1 z}{2}\right) \cdot \sec^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)}, \quad (77)$$

где k_p – степень разрыхления корма ($k_p = 0,6 \dots 0,7$); k_3 – коэффициент заполнения бункера ($k_3 = 0,8 \dots 0,9$); φ – угол внутреннего трения корма, град.

Потребляемая мощность привода бitera N_6 (кВт) определяется по выражению

$$N_6 = \frac{0,785b_6 D_6 P_{уд} v_6}{10,2}, \quad (78)$$

где $P_{уд}$ – удельное усилие счѐсывания бiteraми, определяемое экспериментально, Н/м^2 (для предварительных расчѐтов при дозировании силоса можно принять значение $P_{уд} = 450 \dots 480 \text{ Н/м}^2$); v_6 – окружная скорость штифтов бitera, м/с.

Мощность на привод подающего конвейера N_k определяется по формуле

$$N_k = \frac{k_1 P v_{п}}{\eta}, \quad (79)$$

где $k_1 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий потери на приводной звѐздочке; P – усилие сопротивления на приводной звѐздочке, Н; η – КПД передаточного механизма.

Усилие сопротивления на приводной звѐздочке можно определить по выражению

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5, \quad (80)$$

где P_1 – усилие сопротивления трению корма о днище бункера, Н, $P_1 = BHL\rho g f_1 \cos \alpha$; P_2 – усилие сопротивления трению корма о боковые стенки бункера, Н, $P_2 = H^2 \varepsilon L g f_1 \rho \cos \alpha$; P_3 – усилие сопротивления подъѐму корма, Н, $P_3 = BHLg \rho \sin \alpha$; P_4 – усилие сопротивления перемещению цепи, Н, $P_4 = 2g_{ц} L_1 k_{ц} \cos \alpha$; P_5 – усилие сопротивления тяжкой звѐздочки, Н, $P_5 \approx 0,25 \cdot P_4$; L – длина бункера, м; f_1 – коэффициент трения корма о дно бункера; α – угол наклона подающего транспортера, град; ε – коэффициент бокового давления; H_1 – высота подъѐма корма, м; $g_{ц}$ – вес единицы длины цепи с планками, Н/м; L_1 – расстояние между осями звѐздочек, м; $k_{ц} = 0,25 \dots 0,3$ – коэффициент сопротивления движению цепи по дну бункера.

Для дозированной подачи грубых и сочных кормов используются питатели-дозаторы типа БДК-Ф-70-20, ПДК-Ф-12, ПЗМ-1,5 и другие.

Бункер-дозатор стебельных кормов БДК-Ф-70-20 (рис. 19) может производить левостороннюю и правостороннюю выгрузку кормов

(модификации исполнения 1-я и 2-я). Состоит из бункера, на дне которого установлен цепочно-планчатый конвейер 3, приводной станции, блока счѣсывающих битеров 6, выравнивающего битера 8 и дозирующего устройства, выполненного из поперечного транспортѣра 5, счѣсывающего битера 6 и флажка 7.

Бункер-дозатор работает следующим образом. Транспортное средство выгружает корм непосредственно в бункер и далее конвейером 3, работающим в повторно-кратковременном режиме, корм подаѣтся к блоку битеров 4, где его захватывают активные граблины битеров и сбрасывают в приёмную камеру дозатора – на ленту поперечного транспортѣра 5. Отбойный битеер 6 отбрасывает часть движущегося корма обратно на ленту поперечного транспортѣра. Постепенно перед барабаном 6 накапливается валок корма, который поднимает флажок 7, поворачивает ось с закрепленными на ней двумя секторами, которые перемещаются относительно переключателей, и при отклонении флажка на угол более 25° от вертикали выходят из пазов переключателей. В этом случае подающий конвейер 3 отключается, подача корма блоком битеров 4 прекращается, и высота валка уменьшается. При этом флажок 7 начинает опускаться, поворачивая ось и сектор. Сектор входит в пазы переключателей, и подающий конвейер вновь включается. Цикл работы повторяется.

Для выравнивания высоты слоя корма в бункере служит разравнивающий битеер 8. Производительность дозатора регулируют изменением высоты установки отбойного битера 6 и флажка 7 с секторами.

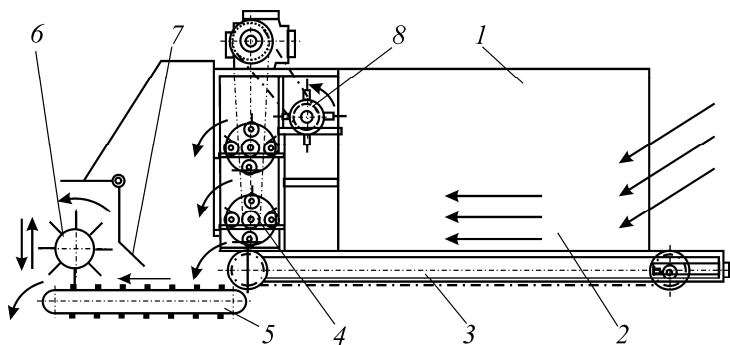


Рис. 19. Общая схема бункера-дозатора БДК-Ф-70-20:

- 1, 2 – боковины бункера; 3 – конвейер; 4 – блок битера;
5 – ленточный конвейер выравнивателя; 6 – счѣсывающий битеер;
7 – флажок; 8 – разравнивающий битеер

Широкое распространение на накопление и дозированную подачу зелёной массы, грубых кормов, силоса, жома нашёл питатель-загрузчик ПЗМ-1,5 (рис. 20). Основные сборочные единицы: приёмный лоток 1, который поднимается гидроцилиндрами 2, наклонный конвейер 7, выравнивающий (счесывающий) верхний битер 6 и распределительный нижний, кулисный механизм для изменения скорости движения цепочно-планчатого конвейера и выгрузной винтовой конвейер. Привод конвейеров и битеров осуществляется электродвигателем 5. Насос гидросистемы 3 имеет автономный электродвигатель. Лоток поднимается по мере забора с него массы корма цепочно-планчатым конвейером. Максимальный угол подъёма лотка 70°.

Поток корма требуемой производительности формируется на цепочно-планчатом конвейере по высоте, соответствующей установке выравнивающего битера 8 и скорости цепи конвейера. По мере движения массы распределительный (нижний) битер «фрезерует» её, направляя в выгрузной конвейер либо непосредственно на сборный конвейер (при управлении кожуха винтового конвейера).

Количество подаваемой измельчённой соломы, силоса, сенажа и жома ПЗМ-1,5 регулируется в широких пределах и может устанавливаться путём замены звездочки привода конвейера с числом зубьев 11, 20, 30. Наличие лотка позволяет принимать корм с автосамосвалов и не требует дополнительной зачистки площадки. Установлено, что подпор массы, создаваемый лотком, способствует улучшению равномерности её подачи.

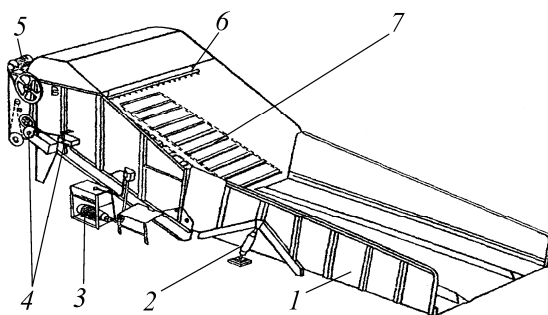


Рис. 20. Питатель-загрузчик кормов ПЗМ-1,5:

1 – приёмный лоток; 2 – гидроцилиндр; 3 – гидропривод;
4 – кулисный механизм привода конвейера; 5 – электропривод механизмов выгрузки; 6 – битер выравнивающий; 7 – конвейер

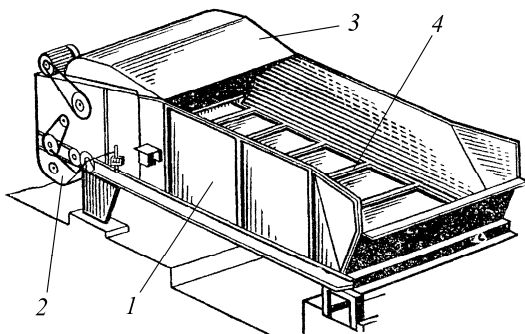


Рис. 21. Накопитель-питатель кормов ПДК-10:

1 – корпус; 2 – выгрузной шнек; 3 – дозирующая головка;
4 – наклонный транспортёр

Накопитель-питатель кормов ПДК-10 (рис. 21) разработан на базе ПЗМ-1,5 и унифицирован на 80 %. В отличие от питателя ПЗМ-1,5 он не имеет приёмного лотка с гидроприводом. ПДК-10 состоит из корпуса 1, выгрузного шнека 2, дозирующей головки 3 и наклонного удлинённого транспортёра 4. Монтаж ПДК-10 осуществляется с заглублением корпуса.

Технологический процесс приёма и подачи корма происходит следующим образом. Транспортное средство с задней разгрузкой подъезжает к заднему борту накопителя-питателя и выгружает корм непосредственно на транспортёр 4. Затем корм конвейером перемещается к отбойным битерам дозирующей головки 3. Верхний битер дозирующей головки отбрасывает некоторый слой корма назад, пропуская определённый слой корма над конвейером. Наличие достаточно большого угла наклона транспортёра (25°) позволяет отброшенной массе корма скатываться назад, что практически исключает возможность перебрасывания корма через верхний битер. Далее выровненный таким образом слой корма счесывается пальцами нижнего битера головки 3 и падает в шнековый транспортёр 2, откуда равномерным слоем подается на сборный транспортёр кормоцефа.

Питатель-дозатор стебельных кормов ПДК-Ф-12 является модифицированным вариантом питателя-дозатора ПЗМ-1,5. Накопитель-питатель измельчённых стебельных кормов ПДК-Ф-12 (рис. 22) состоит из приёмного лотка 1, гидропривода 2, корпуса с наклонным транспортёром 3, дозирующей головки 4 и выгрузного транспортёра 6. За счёт применения новых конструктивных решений и материалов масса его по сравнению с ПЗМ-1,5 снижена на 10%, вместимость увеличена на 5 м^3 .

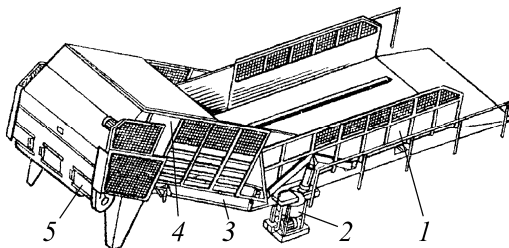


Рис. 22. Накопитель-питатель кормов ПДК-Ф-12:

1 – приёмный лоток; *2* – гидропривод; *3* – цепочно-планчатый транспортёр; *4* – дозирующая головка; *5* – винтовой транспортёр

Гидропривод *2* обеспечивает подъём лотка *1* на угол от 0° до 60° с фиксацией в любом промежуточном положении. Подача корма в накопитель-питатель ПДК-Ф-12 производится из мобильного транспорта с задней выгрузкой.

Питатель-дозатор работает следующим образом. Исходное сырьё загружается в лоток *1* из саморазгружающего транспортного средства. Свободный конец лотка поднимается вверх при помощи двух гидроцилиндров. Корм под собственным весом направляется на цепочно-планчатый транспортёр *3*. Движущееся с заданной скоростью полотно цепочно-планчатого транспортёра *3* подтягивает корма к отбойному битеру, который отбрасывает излишки кормов. Слой корма постоянного сечения, сформированный битером, счёсывается битером и подаётся на винтовой конвейер *5*. Далее корм через выгрузное окно шнека попадает в последующую технологическую линию.

Подачу кормов питателем-дозатором регулируют изменением скорости перемещения транспортёра *3* и высотой установки отбойного битера. Регулирование скорости транспортёра *3* осуществляется изменением величины рабочего сектора на храповом колесе (числа зубьев на колесе, входящих в зацепление с приводной собачкой на кулисе) и заменой звёздочек привода кривошипного механизма.

Питатель-дозатор кормов ПДК-Ф-40 (рис. 23) состоит из приёмного лотка *1*, гидропривода *6*, дозирующей головки *3*, выгрузного ленточного транспортёра *4*, шкафа управления *5* и корпуса *2*.

В процессе работы питателя-дозатора ПДК-Ф-40 регулируют производительность при выдаче корма (изменением скорости перемещения полотна транспортёра) и угол подъёма платформы.

Подъём и опускание платформы осуществляются переключением рукоятки распределителя гидропривода *6*.

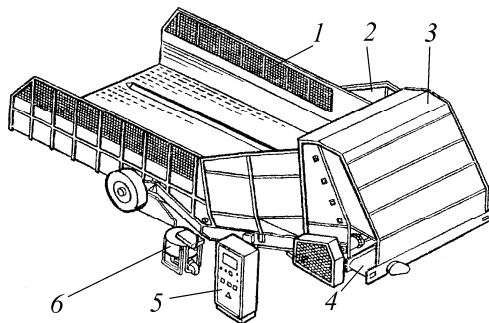


Рис. 23. Питатель-дозатор кормов ПДК-Ф-40:

- 1 – приёмный лоток; 2 – корпус с наклонным транспортёром;
 3 – дозирующая головка; 4 – выгрузной ленточный транспортёр;
 5 – шкаф управления; 6 – гидропривод

Основные технические характеристики накопителей-питателей стебельных кормов представлены в табл. 1.

1. Технические характеристики накопителей-питателей стебельных кормов

Показатель	ПЗМ-15	ПДК-10	ПДК-Ф-12	ПДК-Ф-40
Вместимость, м ³	30	30	35	40
Производительность на силосе, зелёной массе, т/ч	2,6...14	3,6...25	0,48...18	4...20
Скорость полотна транспортёра, м/мин	0,0434...0,612	0,5...1,19	0,03...0,61	4...20
Установленная мощность, кВт	9,5	4,0	8,5	22
Неравномерность выдачи силоса, %	1,9...12,6	10,4...38,3	15,0...18,0	12,5...24,0
Габариты, мм				
длина	9700	6750	10200	10 500
ширина	3685	3600	3760	4100
высота	3050	3050	3260	3600
Масса, кг	4310	4300	4098	6000