

Функции элементов приставки мясорубки.  
Взаимодействие элементов приставки и  
элементов надсистемы (рис.15,20,21 и табл.14)

I. Гайка (рис.22и23).

VI.1. Прижимать нож к решетке (совместно с корпусом, шайбой и шнеком).

Взаимодействия:

VI.1. Гайка - решетка (IB),

Гайка - нож (IB),

Гайка - шайба (II),

Гайка - корпус (IE).

Гайка давит на решетку в осевом направлении. Если давление большое - обеспечивается плотное прилегание ножа к решетке и хорошее резание продукта, но велики потери на трение в режущей паре и трение торца шнека о корпус, точнее - шайбы о втулку корпуса (рис.20).

Если давление малое - потери на трение уменьшаются, но не обеспечивается прилегание ножа к решетке и продукт измельчается плохо.

VI.2. Гайка - решетка (IB),

Гайка - нож (IB).

Давление со стороны гайки приложено к наружному краю решетки, а со стороны шнека к ступице ножа, т.е. практически по оси шнека (рис.38).

Если давление большое - нож и решетка плотно прижимаются друг к другу, но испытывают сильное изгибающее воздействие. При изгибе между решеткой и ножом появится зазор и продукт будет плохо резаться.

Если давление малое - нож и решетка не изгибаются, но и не прилегают плотно друг к другу.

VI.3. Гайка - решетка (IB),

Гайка - технология изготовления (IH).

В существующей приставке выбрано большое давление со стороны гайки. Так в руководстве по эксплуатации указано (стр.8): "Завинтите до упора гайку... В правильно собранной приставке выступающий четырехгранный конец шнека не должен проворачиваться от руки." Толщина решеток значительна - 5,0 ÷ 5,5 мм (рис.24).

Если решетки толстые, то они не прогибаются от давления перерабатываемого продукта и от усилия затяжки гайки, плотно прилегают

Матрица взаимодействий и функций элементов приставки мясорубки и элементов надсистемы

		элементы приставки мясорубки								элементы надсистемы			
		1.1. Гайка	1.2. Решетка	1.3. Нож	1.4. Шнек	1.5. Шайба	1.6. Корпус	1.7. Лоток	1.8. Толкатель	Электропривод	Перерабатываемый продукт	Потребитель	Технология изготовления
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К	Л	М	Н
элементы приставки мясорубки	1	1.1. Гайка	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	2	1.2. Решетка		+	+	-	+	-	-	-	+	+	+
	3	1.3. Нож			+	-	+	-	-	-	+	-	+
	4	1.4. Шнек				+	+	+	+	+	+	-	+
	5	1.5. Шайба					+	-	-	-	+	+	-
	6	1.6. Корпус						+	-	+	+	-	+
	7	1.7. Лоток							+	-	+	+	+
	8	1.8. Толкатель								+	+	+	+
элементы надсистемы	9	Электропривод									+	+	-
	10	Перерабатываемый продукт										-	-
	11	Потребитель											-
	12	Технология изготовления											

Примечание: Взаимодействие элементов рассматривалось: при подготовке приставки мясорубки к работе; при работе приставки; при приведении приставки в исходное нерабочее состояние; при изготовлении элементов приставки-мясорубки.

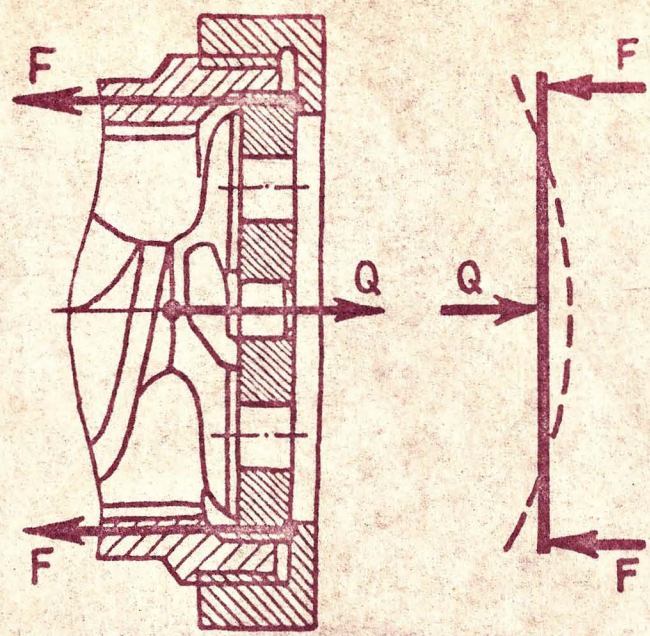


Рис. 38. Усилия, действующие на режущую пару со стороны гайки и шнека

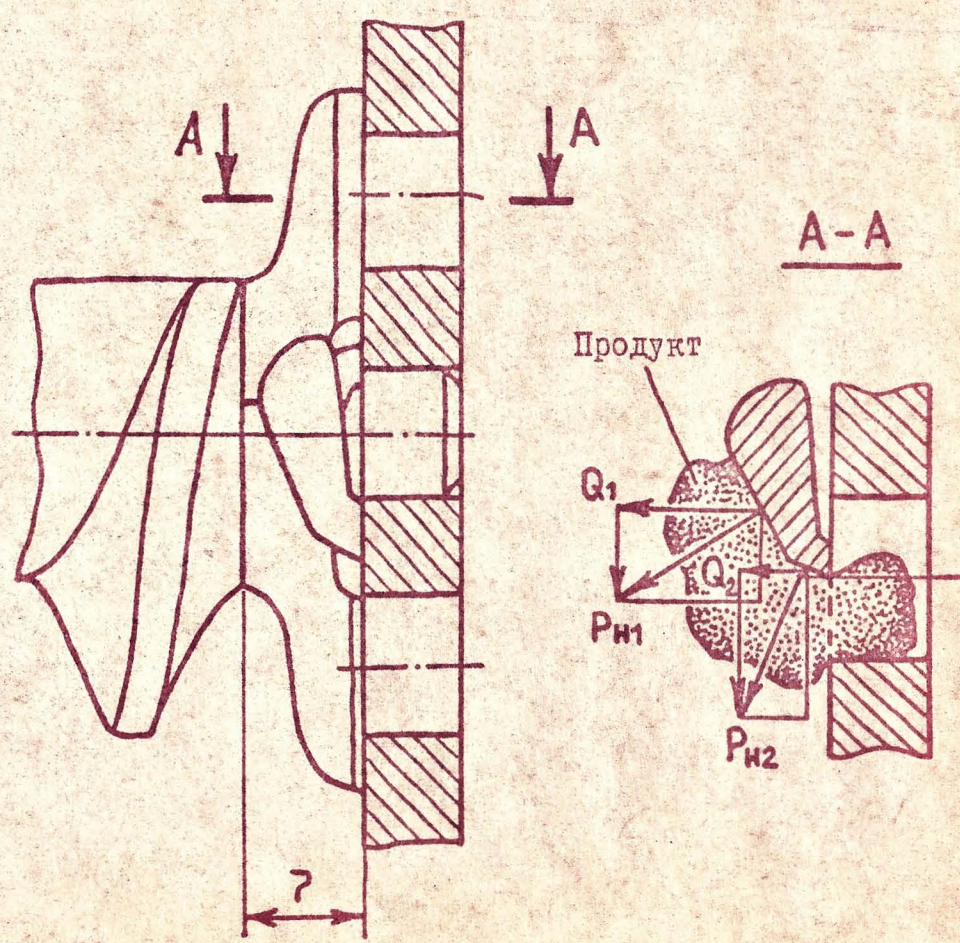


Рис. 39. Усилия, действующие на измельчаемый продукт со стороны ножа

к но́жу и хорошо режут, но такие решетки металлоемкие, их трудно вырубать по контуру, отверстия удается получать только сверлением и т.д. (т.е. их трудно изготавливать).

Если выполнять решетки тонкими (до 3 мм), то можно уменьшить трудоемкость изготовления (например, штамповать отверстия для прохода продукта), но решетки будут прогибаться при работе и плохо резать.

#### VI.4. Гайка - решетка (IB).

Для повышения жесткости решеток они выполняются из инструментальной стали У7, У8 и проходят термообработку. При этом они получают достаточно прочными и жесткими, но ржавеют. Из-за коррозии тупятся режущие кромки отверстий, ржавчина попадает в перерабатываемый продукт.

Если выполнять решетки из нержавеющей стали, режущие кромки не будут разъедаться коррозией, но прочность и жесткость решеток будет меньше, а дефицитность и стоимость материала выше.

#### VI.5. Гайка - решетка (IB).

Буртик гайки на II% перекрывает площадь решетки (по факту на 15%, т.к. внутренний диаметр буртика меньше указанного на чертеже на I мм) - (рис.22 и 24).

#### VI.6. Гайка - решетка (IB).

Буртик гайки не закрывает лунку под штифт на наружной поверхности решетки и образовавшийся зазор при работе брызжет мясной сок.

#### VI.7. Гайка - нож (IB),

Нож - продукт (ЗЛ).

Лопастей ножа выполнены толстыми. При этом они достаточно жестки, чтобы не изгибаться от усилия затяжки гайки и обеспечивать плотное прилегание режущих кромок к решетке, однако при вращении такие лопасти оказывают на перерабатываемый продукт большое давление (рис.39), закручивают его и отталкивают от решетки (т.е. создают усилия, действующие навстречу усилиям шнека).

Если выполнить лопасти ножа тонкими, вредные усилия с их стороны уменьшатся, но тонкие лопасти будут изгибаться и нож будет плохо резать продукт.

#### VI.8. Гайка - нож (IB).

Для повышения жесткости ножи, как и решетки, выполняются из инструментальной стали У7, У8, которая подвержена коррозии - ржавчина разъедает и тупит режущие кромки лопастей, попадает в перерабатываемый продукт.

Если делать ножи из нержавеющей стали, режущие кромки не будут разъедаться коррозией, но прочность и жесткость ножей уменьшится, а дефицитность и стоимость материала возрастет.

#### VI.9. Гайка - шнек (II),

Гайка - корпус (IE).

Давление от гайки к режущей паре передается по шнеку и корпусу приставки: к шнеку приложены сжимающие усилия, а к корпусу приставки - растягивающие. Оба эти элемента обладают большим запасом прочности и не деформируются даже при максимальном давлении.

#### VI.10. Гайка - корпус (IE),

Гайка, корпус - технология изготовления (IH, 6H).

Осевое перемещение гайки обеспечивается за счет резьбы на гайке и корпусе (M64 x 2). В существующей приставке резьба выполнена с большим шагом (2 мм). При этом она получается сразу в литье, но при работе гайка отворачивается, уменьшая затяжку и ухудшая работу режущей пары.

Если выполнить резьбу с малым шагом, гайка не будет отворачиваться при работе, но получить такую резьбу в литье будет трудно.

#### VI.11. Гайка - корпус (IE).

Гайка, решетка, нож, шнек, корпус - технология изготовления (IH, 2H, 3H, 4H, 6H).

Резьба на корпусе приставки и гайке содержит 7 витков. При сборке приставки мясорубки первые 6 оборотов гайки выполняются вхолостую, а сжатие элементов происходит в пределах последних 0,5 оборота.

Много витков резьбы сохранилось, по-видимому, с тех пор, когда трудно было обеспечить точные размеры корпуса, шнека, ножа и решетки: отклонение размеров этих деталей компенсировала широкая гайка с большим числом витков. В настоящее время детали могут быть выполнены достаточно точными и необходимости в такой широкой гайке нет.

#### VI.12. Гайка - электропривод (IK).

Ослабление затяжки гайки при работе приставки происходит за счет электропривода: качения конца шнека в отверстии замка, вибрации и т.д.

#### VI.13. Гайка - потребитель (IM).

Гайка содержит один высокий (15 мм) выступ, выполняющий роль упора для рук при ее завинчивании и отвинчивании. Такая конструк-

ция выгодно отличается от большинства известных, содержащих много мелких выступов, пользоваться которыми не так удобно, особенно если руки мокрые и скользкие.

## 2. Решетка (рис. 24 и 25).

В комплект электромясорубки входят три решетки — две с круглыми отверстиями  $\phi 5$  мм и  $\phi 7$  мм и одна решетка с крупными отверстиями для нарезки кусочков мяса бефстроганова и гуляша.

Г.1.2. Измельчать продукт (совместно с ножом).

Г1.2. Поддерживать шнек (служить опорой вращения вала шнека).

Г1.2. Дозировать измельчаемый продукт (получать кусочки фарша определенной величины).

Взаимодействия:

В2.1. Решетка — нож (2В),

Решетка, нож — продукт (2Л, 3Л).

Нож мясорубки выполнен с прямолинейной режущей кромкой, которая плохо согласована по форме с режущей кромкой круглого отверстия решетки (рис. 40). Из-за практически линейного контакта между этими режущими кромками продукт не столько режется, сколько передавливается и слипается.

Если выполнить лопасти ножа серповидными (рис. 41), например, по авт. св. № 844050, то резать такой "гильотинный" нож будет лучше, но появятся усилия  $Q_1$  и  $Q_2$ , отжимающие продукт в сторону либо корпуса приставки, либо вала шнека (в зависимости от направления вращения ножа). Эти усилия приведут к неизбежному "зарастанию" проходного сечения корпуса уплотненным продуктом и уменьшению производительности мясорубки.

В2.2. Решетка — нож (2В),

Решетка — технология изготовления (2Н).

Отдельные участки ножа, вращающегося с постоянной угловой скоростью, движутся относительно отверстий в решетке с разной линейной скоростью. Эффективность резания вблизи оси снижается.

Известно авт. св. № 634786, по которому предлагается уменьшать диаметр отверстий в решетке в направлении от центра к периферии в каждом последующем концентричном ряду на 7 — 10 %. При этом повышается однородность состава измельченных продуктов и улучшаются условия резания, но затрудняется изготовление решеток с отверстиями разного диаметра.

В2.3. Решетка — нож (2В).

Поверхности решетки и ножа, прилегающие друг к другу, изнашиваются при работе не одинаково — из-за повышенной линейной

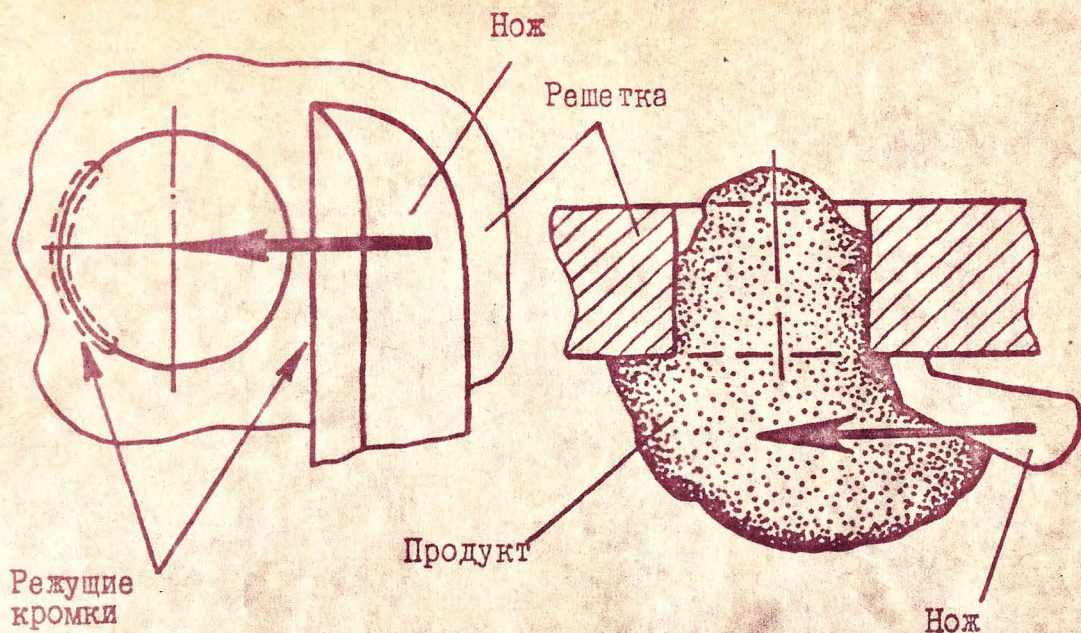


Рис. 40. Взаимодействие режущих кромок прямого ножа и отверстия в решетке

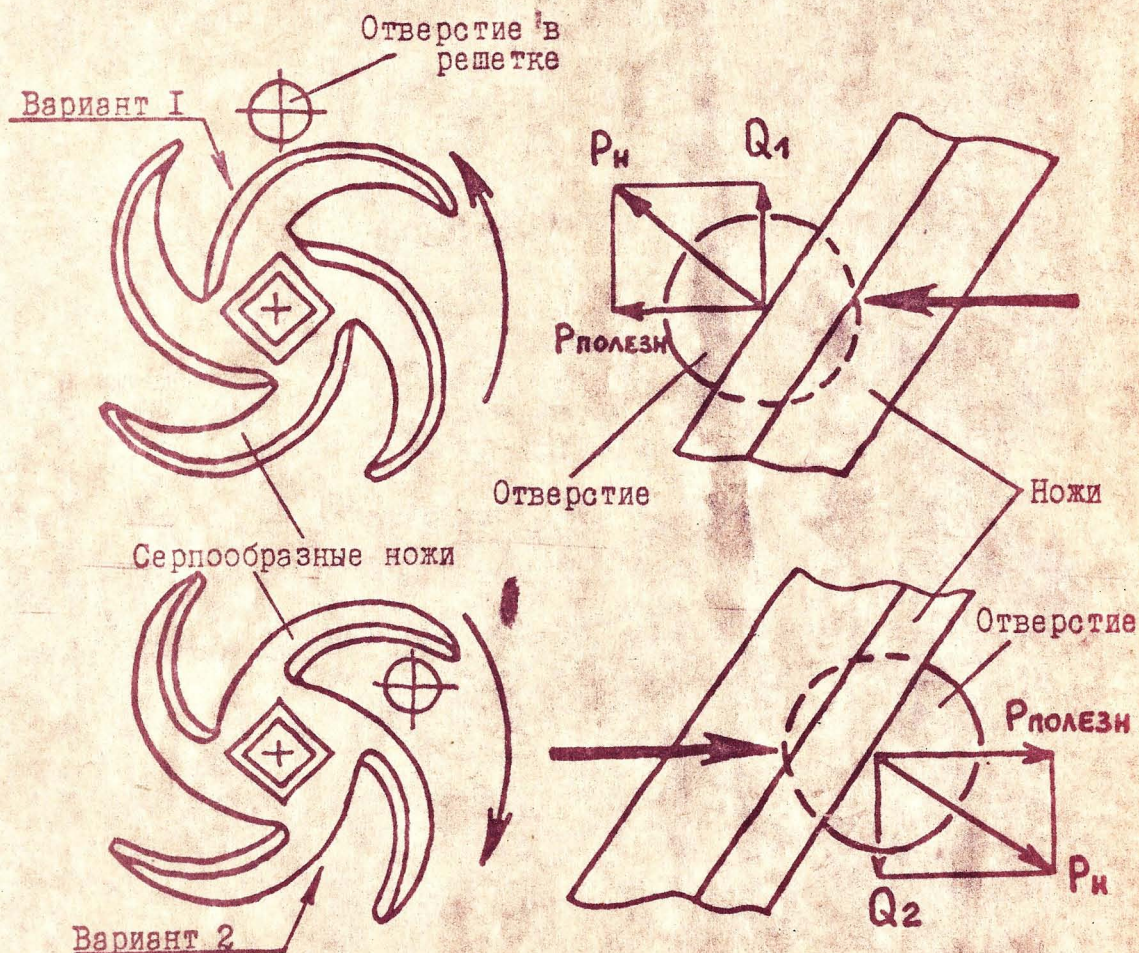


Рис. 41. Взаимодействие режущих кромок серпообразного ножа и отверстия в решетке

скорости интенсивнее истираются периферийные участки.

Между прилегающими поверхностями ножа и решетки со временем появляются зазоры, увеличивающиеся в направлении от центра к периферии решетки. Такие зазоры ухудшают работу режущей пары.

По авт.св. № 632392 предлагается для повышения долговечности ножа плоскость заточки лезвия выполнять клиновидной формы с углом при вершине клина  $6-16^\circ$ .

#### B2.4. Решетка - нож (2B).

Нож перекрывает 29,8% площади решетки. При этом в "мелкой" решетке постоянно заслонено 12 отверстий из 32-х, а в "крупной" решетке - 6,5 отверстий из 18-ти (рис. 42).

Если выполнить лопасти ножа узкими, будет перекрываться меньше отверстий в решетке, но лопасти будут изгибаться и нож хуже резать.

#### B2.5. Решетка - нож (2B),

Решетка, нож - продукт (2Л, 3Л).

Концы режущих кромок ножа при работе не полностью перекрывают отверстия в решетке, расположенные вблизи оси и на периферии решетки. При этом не полностью перерезается вдавленный в эти отверстия продукт.

#### B2.6. Решетка - шнек (2Г),

Решетка, шнек - продукт (2Л, 4Л).

Давление со стороны шнека на продукт осуществляется под углом к поверхности решетки (рис. 43). Из-за того, что стенки отверстий в решетке не параллельны вектору нормального давления, появляется вредная составляющая усилий  $Q$ , прижимающая продукт к стенкам отверстий, и увеличивающая потери на трение продукта о решетку.

По авт.св. № 852353 предлагается выполнять отверстия в виде сопел, прогрессивно расширяющихся непосредственно от торцевой поверхности решетки, взаимодействующей с ножом. При этом трение продукта о решетку уменьшается, но изготовление таких отверстий сильно затрудняется. Дополнительным недостатком является невозможность использовать в работе обе торцевые поверхности решетки.

#### B2.7. Решетка - шнек (2Г).

Диаметр центрального отверстия в решетке 8 мм. Для нормального выполнения функции "поддерживать вал шнека" диаметр вала и центрального отверстия решетки мог бы быть уменьшен до 6 мм.

#### B2.8. Решетка - шнек (2Г),

Решетка, шнек - продукт (2Л, 4Л).

Наружный диаметр шнека на 14 мм меньше диаметра решетки



Решетка с мелкими  
отверстиями

Решетка с крупными  
отверстиями

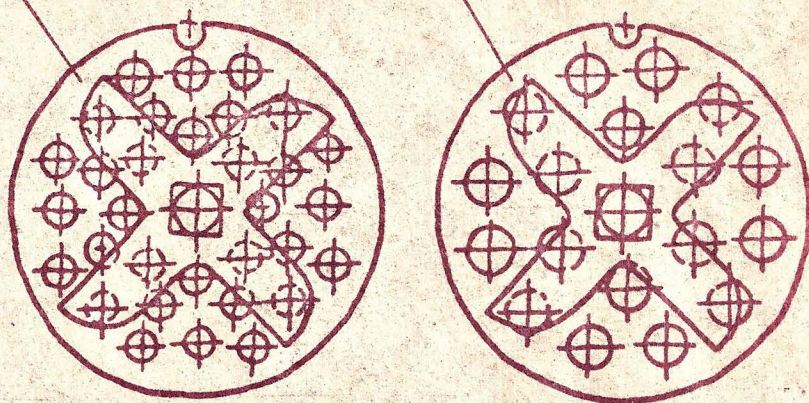


Рис. 42. Проекция ножа на решетку

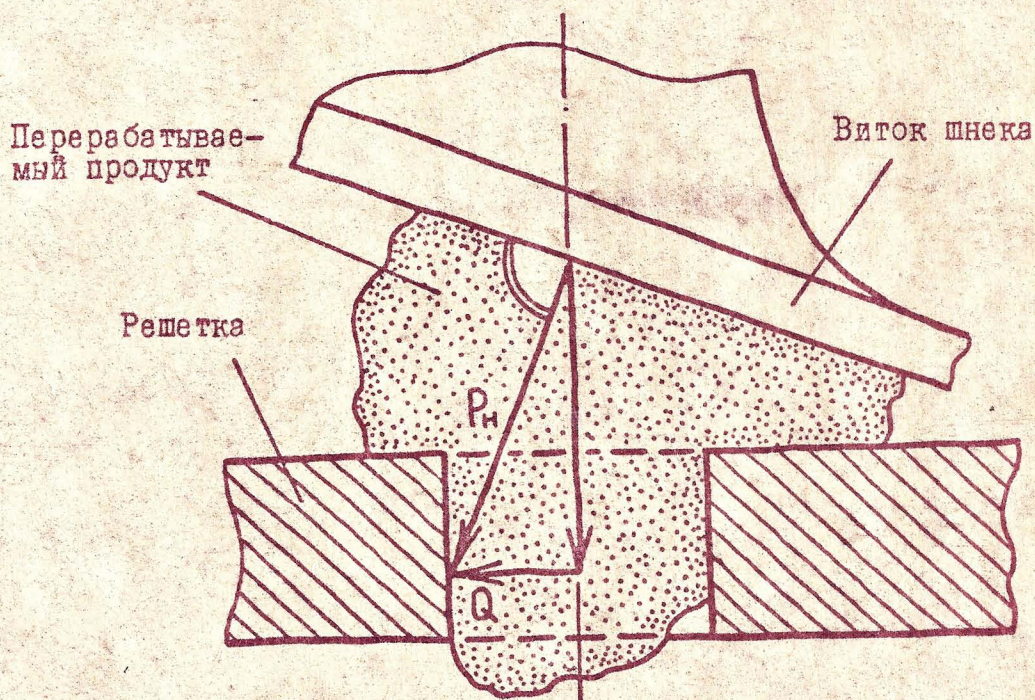


Рис. 43. Усилия, действующие на продукт со стороны шнека

(рис. 20). Усилия, действующие на продукт со стороны шнека, направлены под углом к боковым стенкам периферийных отверстий в решетке, что увеличивает потери на трение продукта о решетку.

#### B2.9. Решетка — корпус (2E),

Корпус — технология изготовления (6H).

Решетку от проворота удерживает штифт, установленный на корпусе. Под этот штифт необходимо вручную сверлить отверстие, штифты нарезать из проволоки и вручную забивать в корпус.

#### B2.10. Решетка — продукт (2Л),

Решетка — технология изготовления (2H).

Суммарная площадь отверстий для прохода продукта в мелкой решетке 27%, а в крупной 30% (часть этих отверстий перекрыта ножом — см. рис. 42). Перерабатываемый продукт при этом трудно вдавить в решетку: требуются большие усилия со стороны шнека.

Если отверстия выполнить некруглыми, то можно при том же количестве отверстий увеличить их суммарную площадь (так, например, площадь шестиугольных отверстий на 10% больше, чем круглых), но изготавливать такие отверстия в толстых (5,0 — 5,5 мм) решетках из прочной стали будет трудно.

#### B2.11. Решетка — продукт (2Л),

Решетка — технология изготовления (2H).

Размеры перемычек между отверстиями колеблются в пределах 0,8 ÷ 4,5 мм в мелкой решетке и 2,5 ÷ 8,0 мм в крупной решетке.

Если расположить отверстия таким образом, чтобы все перемычки были не более 1,0 ÷ 1,5 мм, можно увеличить число отверстий, но при этом снизится жесткость решеток, и возрастет трудоемкость сверления большего числа отверстий.

По авт.св. № 782867 решетку предлагается выполнять из трубчатых элементов, стянутых хомутом. Перемычки между отверстиями в такой решетке могут быть уменьшены, но конструкция решетки сильно усложнена и не годится для условий массового производства.

#### B2.12. Решетка — продукт (2Л),

Решетка — технология изготовления (2H).

В комплект электромясорубки входят три решетки — для получения мелкого и крупного фарша и кусочков мяса для бефстроганова и гуляша (рис. 24).

Если увеличить число решеток, то можно расширить диапазон измельчения, но при этом увеличатся затраты на материалы и трудоемкость изготовления.

#### B2.13. Решетка — продукт (2Л).

По ГОСТ 4025-83 отверстия в решетках могут быть выполнены диаметром 4,5 и 7 мм. Так как мелкие отверстия делать труднее,

практически все заводы, в т.ч. и ЛЭЗ ЛПЭО "Электросила", изготавливают решетки с отверстиями  $\phi 5$ мм и  $\phi 7$ мм.

Целесообразно было бы для улучшения условий размещения отверстий допустить выполнение их с размерами, отличающимися незначительно от указанных в ГОСТе, например с любыми диаметрами из следующих диапазонов:  $\phi 3,8$ мм  $\div 5,3$ мм,  $\phi 6,8$ мм  $\div 7,3$ мм.

В2.14. Решетка - продукт (2Л),

Решетка - потребитель (2М).

Решетки, особенно с мелкими отверстиями, трудно очищать после работы от остатков перерабатываемого продукта.

### 3. Н о ж (рис.26 и 27)

Г1.3<sup>1</sup> Измельчать (резать) продукт (совместно с решеткой).

Г1.3<sup>2</sup> Дозировать измельчаемый продукт (получать кусочки фарша определенной величины).

Взаимодействия:

В3.1. Нож - шнек (3Г),

Нож - решетка (2Б),

Нож, шнек - продукт (3Л, 4Л),

Шнек - электропривод (4К).

Нож выполнен четырехлопастным, а шнек - однозаходным. Поэтому продукт, перемещаемый витками шнека, по разному подается к разным режущим кромкам ножа и эффективность резания уменьшается.

Если выполнить нож с одной лопастью, то весь продукт будет подаваться непосредственно к режущей кромке, но будет трудно обеспечить плотное прилегание этой режущей кромки к решетке из-за неустойчивости такого ножа.

Если сделать шнек четырехзаходным, то улучшится подача продукта ко всем режущим кромкам ножа, но при той же мощности электродвигателя придется в несколько раз уменьшить число оборотов шнека, что, в свою очередь, сильно усложнит редуктор электропривода.

В3.2. Нож - шнек (3Г),

Нож, решетка, шнек - продукт (2Л, 3Л, 4Л).

Шнек вдавливают продукт в решетку. Для качественного выполнения этой функции витки шнека должны доходить до решетки, точнее, до режущей кромки ножа, прилегающей к решетке. Однако в существующей конструкции последний виток шнека заканчивается там, где начинается ступица ножа, т.е. на расстоянии 7мм от решетки (рис. 39).

ВЗ.3. Нож - шнек (ЗГ).

Нож устанавливается на квадратный конец вала шнека, который и передает при работе ножу крутящий момент. Из-за малых размеров выступов (квадрат 8 x 8 мм) в ступице ножа возникают большие усилия; чтобы эти усилия не разрушили ступицу, ее приходится выполнять значительной по толщине и диаметру, а при этом увеличивается материалоемкость и уменьшается проходное сечение рабочей части корпуса мясорубки.

ВЗ.4. Нож - шнек (ЗГ).

Наружный диаметр шнека примерно на 7мм меньше диаметра окружности, описываемой при работе концами режущих кромок ножа.

ВЗ.5. Нож - корпус (ЗЕ),

Нож, корпус - продукт (ЗЛ, 6Л).

Ребра корпуса предотвращают прокручивание продукта шнеком и ножом. Однако непосредственно до решетки ребра корпуса не доходят на 5-6 мм и не могут эффективно препятствовать прокручиванию продукта именно в той зоне, где вращается нож с широкими и толстыми лопастями (рис. 20).

ВЗ.6. Нож - продукт (ЗЛ),

Нож - технология изготовления (ЗН).

Нож, как и решетка, выполняет функцию "дозировать фарш" - четыре раза за один оборот ножа его лопасти отрезают частички продукта, вдавленные шнеком в отверстия решетки.

Если использовать несколько ножей с разным числом лопастей (2, 3, 5 ...), то диапазон измельчения продукта расширится, но при этом значительно увеличатся материальные и трудовые затраты.

ВЗ.7. Нож - технология изготовления (ЗН).

Ножи изготавливаются литьем по выплавляемым моделям: при этом обеспечиваются нужные размеры и форма ножа, но велика трудоемкость изготовления.

Если изготавливать ножи более производительным способом, например, холодной штамповкой из листа, не удастся получить необходимую сложную форму лопастей ножа. Горячая штамповка, которая может обеспечить форму ножа, является сложным и дорогостоящим процессом.

ВЗ.8. Нож - технология изготовления (ЗН).

Ножи проходят сложную механическую обработку:

- а) Удаляются остатки литника (на наждачном круге, вручную).
- б) Шлифуются поверхность ступицы, прилегающая к шнеку, и поверхности лопастей, прилегающие к решетке. Работы выполняются на шлифовальном станке, при этом установка ножей на магнитный стол станка, перестановка их и съем после шлифовки выполняются вручную.
- в) Заточка передней грани каждой лопасти ножа (ручная операция на шлифовальном круге).

При выполнении операций по пунктам а) и в) есть опасность получить травму – руки рабочего находятся в непосредственной близости от быстровращающегося круга.

Многочисленные попытки применить разнообразные приспособления для заточки передних граней лопастей улучшали технику безопасности, но резко снижали производительность и поэтому в цехе не прижились. В настоящее время на этой операции постоянно занят один рабочий (в конце месяца – до 4-х человек), приспособления для заточки не используются.

#### 4. Шнек (рис. 28 и 29).

- FI.4<sup>I</sup> Получать вращающий момент от электропривода.
- FI.4<sup>II</sup> Захватывать продукт на входе в рабочую зону корпуса приставки.
- FI.4<sup>III</sup> Перемещать продукт к режущей паре (совместно с корпусом).
- FI.4<sup>IV</sup> Вдавливать продукт в решетку (совместно с корпусом).
- FI.4<sup>V</sup> Вращать нож.

#### Взаимодействия:

- B4.1. Шнек – шайба (4Д),  
Шайба – втулка корпуса (5Е).

Диаметр шайбы и диаметр торца шнека равны, хотя максимальный диаметр втулки корпуса, о которую шайба трется, меньше на 10 мм.

- B4.2. Шнек – шайба (4Д),  
Шайба – потребитель (5М).

Шайба надевается на квадратный хвостовик вала шнека. Являясь легкоъемной деталью, она часто теряется при сборке-разборке приставки. Без шайбы мясорубка нормально работать не может.

- B4.3. Шнек – бункер корпуса (4Е),  
Шнек – продукт (4Л).

Оси бункера и шнека практически совпадают – смещение состав-

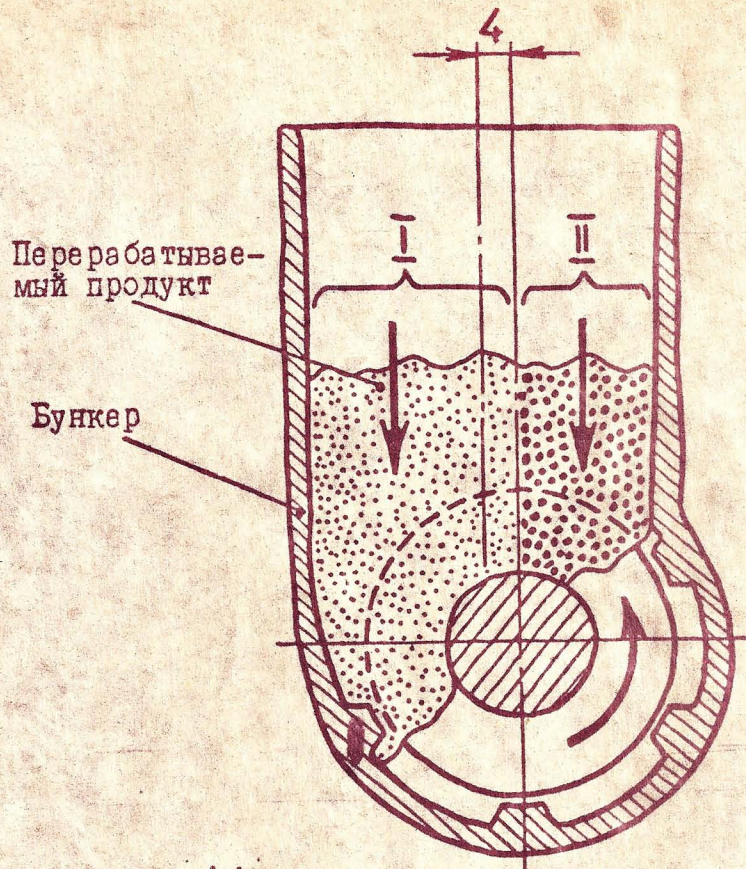


Рис. 44. Сочленение бункера и задней части корпуса

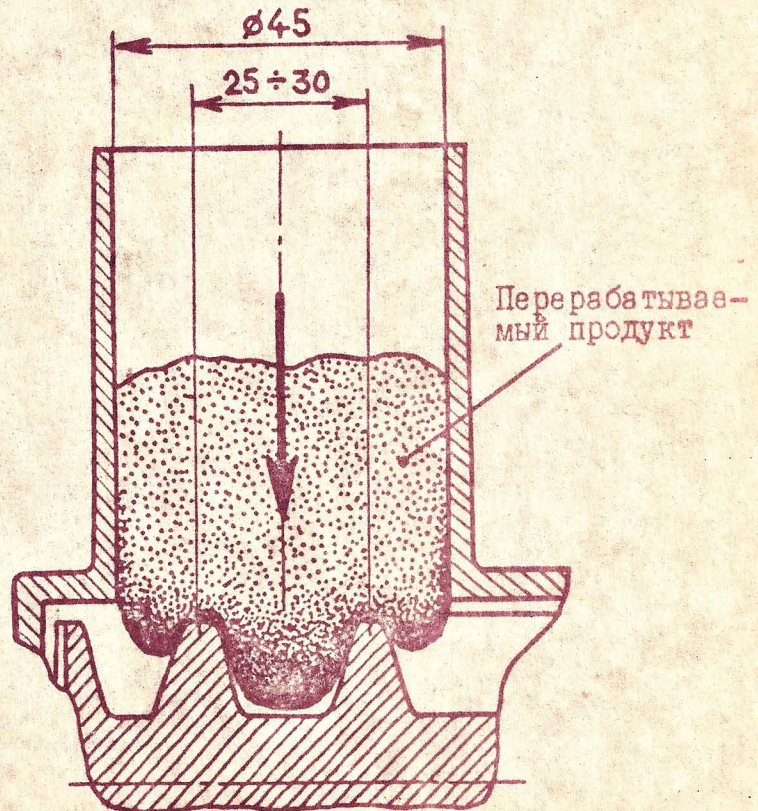


Рис. 45. Захват перерабатываемого продукта витками шнека в задней части корпуса

ляет всего 4мм (рис. 44).

Направление подачи 53% продукта (зона I) совпадает с направлением вращения витков шнека, при этом продукт хорошо затягивается между витками шнека. У 47% продукта (зона II) направление подачи не совпадает с направлением вращения шнека; продукт при этом не затягивается между витками, а энергия привода расходуется на преодоление сил трения.

#### В4.4. Шнек - бункер корпуса (4Е),

Шнек, бункер корпуса - продукт (4Л, 6Л).

Кусок продукта, свободно проходящий в бункер  $\varnothing$  45мм, не может сразу поместиться между витками шнека, т.к. расстояние между ними напротив бункера 25-30мм (рис. 45). При этом продукт плохо захватывается шнеком, приходится сильно давить на него толкателем.

#### В4.5. Шнек - бункер корпуса (4Е),

Шнек, бункер корпуса - продукт (4Л, 6Л).

Бункер корпуса, выполненный в виде цилиндрической трубы (рис. 30), плохо согласован по форме со шнеком: продукт практически не попадает в "мертвые" зоны А корпуса (рис. 46).

Если выполнить бункер квадратным (или прямоугольным) в сечении, "мертвые" зоны в торце корпуса исчезнут, а площадь сечения бункера увеличится более чем на 20%. Однако, при этом необходимо будет обеспечить технику безопасности - предотвратить попадание пальцев рук в зону шнека через увеличившийся бункер.

#### В4.6. Шнек - бункер корпуса (4Е),

Шнек, бункер корпуса - продукт (4Л, 6Л).

Торец шнека утоплен в корпусе приставки на 8мм по отношению к стенке бункера (рис. 47). Толщина крайнего витка шнека 3 мм, шайбы - 0,8 мм. Без ущерба для работы заходной части корпуса приставки можно сместить бункер в сторону байонетного замка на 4мм, увеличив при этом размеры рабочей части корпуса.

#### В4.7. Шнек - бункер корпуса (4Е),

Шнек, бункер корпуса - продукт (4Л, 6Л),

Шнек - электропривод (4К),

Электропривод - продукт (9Л).

Подача продукта внутрь приставки осуществляется сбоку, через бункер, размещенный под прямым углом к корпусу (рис. 20). Такая приставка хорошо сочленяется с приводом, однако имеет увеличенную длину и повышенную материалоемкость.

Известна конструкция мясорубки, (например, в кухонном комбайне "Комет", ГДР), где специальный бункер отсутствует, а его

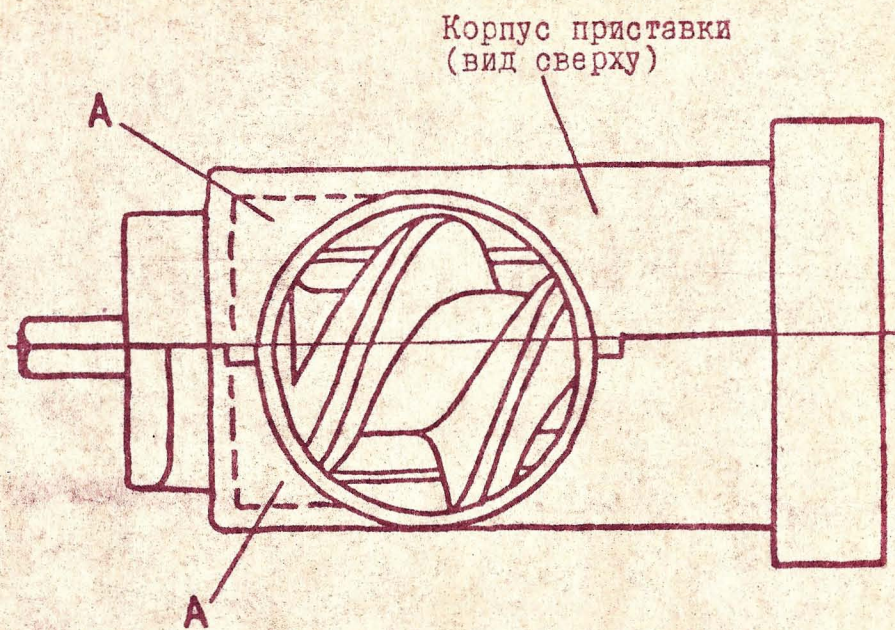


Рис. 46. Сочленение цилиндрического бункера с корпусом

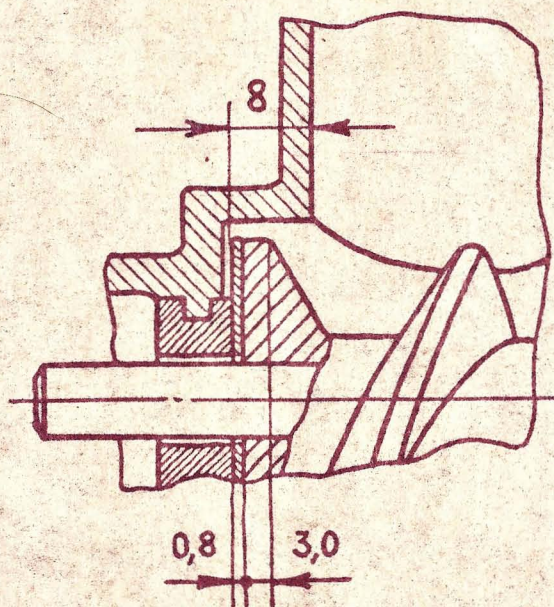


Рис. 47. Размещение торца шнека в корпусе приставки



функции выполняет сам корпус приставки, открытый с торца и установленный вертикально. Подача продукта к шнеку в этом случае организована без поворотов, шнек укорочен до одного витка, приставка компактна. Однако, сильно затруднена передача вращения от электропривода, т.к. он может быть присоединен только со стороны решетки, т.е. тем местом откуда выходит фарш. Трудно герметизировать привод, в который может попадать мясной сок.

В4.8. Шнек - бункер корпуса (4Е),  
Шнек, корпус - продукт (4Л, 6Л),  
Продукт - потребитель (IOM).

По инструкции рекомендуется продукт перед измельчением нарезать мелкими кусочками. При этом эти отдельные небольшие кусочки легко затягиваются между витками шнека, но увеличивается трудоемкость подготовительной ручной работы.

Если подавать в бункер продукт большим куском, трудоемкость подготовительной работы уменьшится, но отделять маленькие кусочки от большого придется шнеку. Выполнять эту работу ему трудно, т.к. зазор между шнеком и корпусом значителен (I-4 мм), а наружная кромка витков закруглена (рис. 48). Продукт не отрезается, а "отдавливается", на операцию затрачивается много энергии.

В4.9. Шнек - ребра корпуса (4Е),  
Шнек, ребра корпуса - продукт (4Л, 6Л).

В заходной части корпуса (напротив бункера) продукт должен проникнуть в полость между витками шнека. Этому мешают ребра, расположенные на внутренней поверхности корпуса и примыкающие непосредственно к виткам (рис. 44).

Если ребра не выполнять, то продукт будет легко проникать в образовавшийся зазор между корпусом и шнеком и хорошо захватываться витками, но так же легко проворачиваться вместе со шнеком, а не перемещаться к режущей паре.

В4.10. Шнек - ребра корпуса (4Е),  
Шнек, ребра корпуса - продукт (4Л, 6Л).

На внутренней поверхности рабочей части корпуса выполнены шесть клиновидных ребер (рис. 30). Между лицевой частью каждого ребра и витками шнека с переменным шагом угол составляет  $90^\circ$  только непосредственно у режущей пары (рис. 49). Именно в этой зоне практически все усилия со стороны шнека направлены на перемещение продукта вдоль ребер. В остальных местах угол между ребрами и витками шнека меньше  $90^\circ$ , при этом часть усилий тратится на ненужную работу - смятие продукта (вдавливание его в ребра),

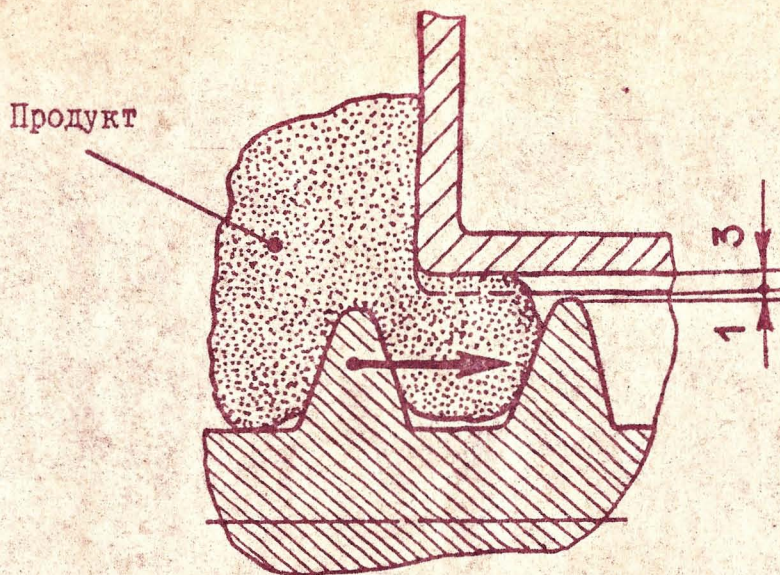


Рис. 48. Вход в рабочую часть корпуса

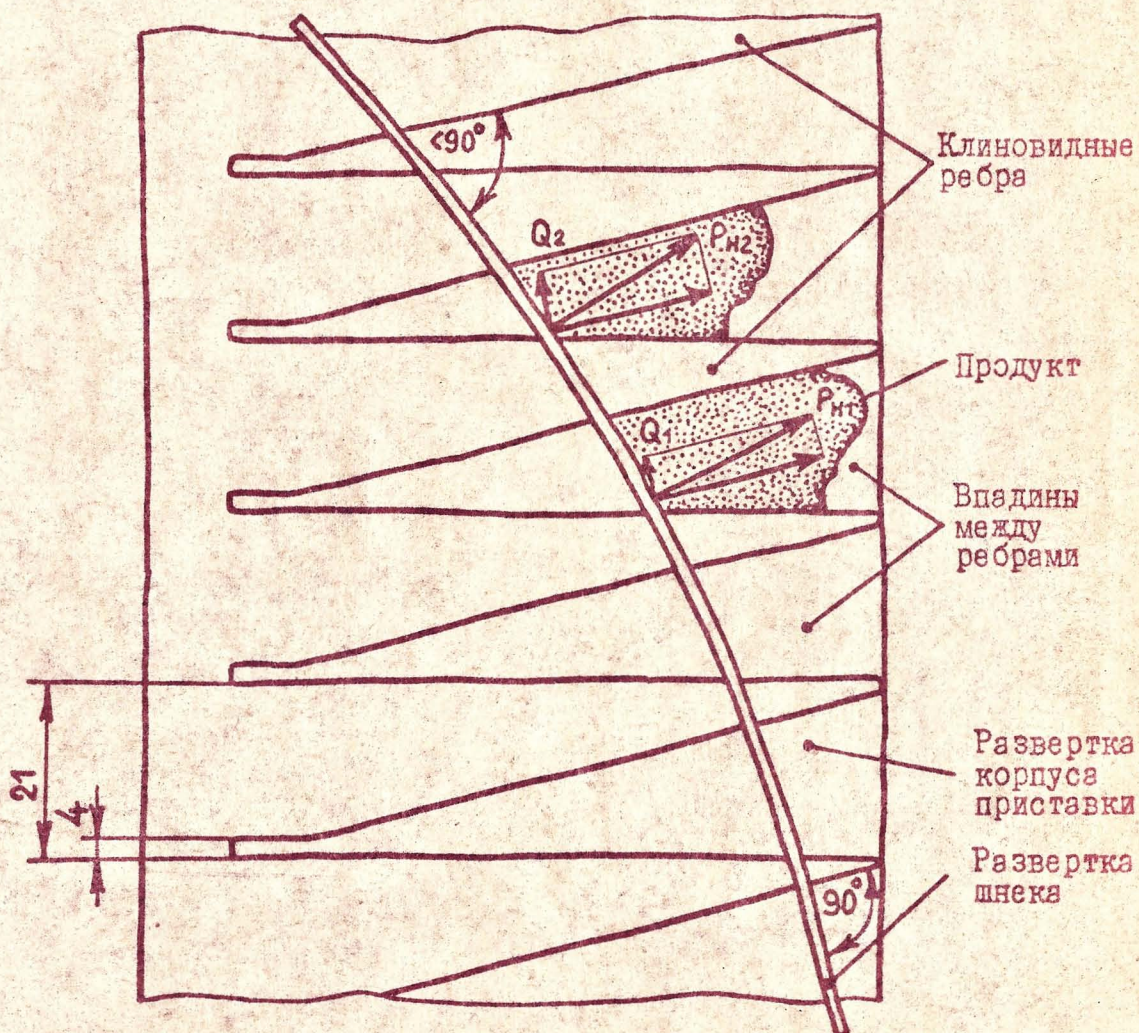


Рис. 49. Взаимодействие щека и клиновидных ребер

выдавливание сока, повышение температуры продукта.

В.4.11. Шнек, ребра корпуса — продукт (4Л, 6Л).

Высота ребер на корпусе, предотвращающих прокручивание продукта, в существующей приставке составляет 3 мм по всей длине (рис. 50).

Если выполнить ребра более высокими, они будут лучше удерживать продукт от проворота (будут лучшими упорами), но увеличится зазор между корпусом и шнеком. Через этот зазор продукт при работе мясорубки будет "переваливаться" через витки шнека и хуже подаваться к режущей паре и вдавливаться в решетку.

Если выполнить ребра низкими, уменьшится зазор между шнеком и корпусом и уменьшится доля продукта, проникающего через этот зазор, но низкие ребра будут хуже удерживать продукт от проворота.

В4.12. Шнек, ребра корпуса — продукт (4Л, 6Л).

Ширина впадин между клиновыми ребрами на корпусе увеличивается от 4 мм в заходной его части до 21 мм на выходе рабочей части (рис. 49). За счет этого суммарная площадь зазора между корпусом и шнеком увеличивается с  $S_1 = 6 \times 3 \times 4 = 72 \text{ мм}^2$  до  $S_2 = 6 \times 3 \times 21 = 378 \text{ мм}^2$ . Увеличение зазора приводит к снижению эффективности работы шнека, т.к. часть продукта проникает через зазор и не подается к режущей паре. Кроме того, увеличение кольцевого зазора ухудшает сжатие продукта и вдавливание его в решетку.

В4.13. Шнек, ребра корпуса — продукт (4Л, 6Л).

Односторонний зазор между витками шнека и ребрами корпуса составляет  $\delta = 1 \text{ мм}$  (рис. 50). Площадь этого зазора на выходе корпуса  $S_3 = \pi \times d \times \delta = \pi \times 42 \times 1 = 132 \text{ мм}^2$ , т.е. 9,5% от площади поперечного сечения корпуса.

Если уменьшить зазор, увеличится эффективность работы шнека, но усложнится изготовление деталей приставки, например, потребуются механическая обработка ребер корпуса и витков шнека, полученных литьем под давлением из алюминиевого сплава.

В4.14. Вал шнека — втулка корпуса (4Е),

Шнек, корпус — продукт (4Л, 6Л),

Электропривод — продукт (9Л).

Хвостовик вала шнека выполнен из квадратного прутка сечением 8 x 8 мм (рис. 28). Внутренний диаметр втулки корпуса, в которой вращается хвостовик, имеет размер  $d = 14 \text{ мм}$  (рис. 30). Таким образом, вал шнека абсолютно не согласован по форме со втулкой шнека. При работе через образовавшийся зазор мясной сок проникает внутрь электропривода.

В4.15. Шнек - лоток (4Ж). Лоток - потребитель (7М).

Лоток выполнен съемным (рис.20); это упрощает изготовление приставки мясорубки и ее эксплуатацию. Однако при пользовании приставкой без лотка появляется возможность попадания рук в рабочую зону шнека и получения травмы.

В4.16. Шнек - толкатель (4И).

Торец толкателя (элемент Э8.4, рис.36) выполнен плоским; при этом он плохо согласуется по форме с цилиндрическим шнеком.

В4.17. Вал шнека - электропривод (4К).

Втулка выходного колеса редуктора электропривода выполнена с квадратным отверстием. При взаимодействии с хвостовиком шнека она выполняет две функции: центрирует шнек и передает ему крутящий момент. Из-за плохой центровки квадратного хвостовика в квадратном отверстии втулки приставка мясорубка раскачивается ("кивает") при работе.

Если отверстие во втулке и хвостовик шнека выполнить цилиндрическими, то центровка шнека улучшится, но нельзя будет передавать крутящий момент.

В4.18. Шнек - продукт (4Л).

Шнек выполнен с переменным шагом, уменьшающимся в направлении перемещения продукта; при этом обеспечивается сильное сжатие продукта (в 1,6 - 2 раза) перед режущей парой и вдавливание его в отверстия решетки, но со стороны витков (стенок сужающегося "канала") действуют усилия, направленные навстречу перемещающемуся продукту (рис. 51).

Если выполнить шнек с постоянным шагом ("канал" между витками с параллельными стенками), то вредных усилий со стороны стенок на продукт не будет, но не будет и необходимого сжатия продукта перед режущей парой.

В4.19. Шнек - продукт (4Л).

Шнек содержит более трех витков, при этом средняя длина канала между витками около 300 мм. Продукт от зоны загрузки до режущей пары перемещается медленно - за три оборота шнека, затраты энергии на перемещение невелики. Однако из-за того, что канал выполнен спиральным, сечение его на выходе шнека мало -  $S = 120 \text{ мм}^2$  (рис. 52), что составляет всего 8,6% от поперечного сечения корпуса (т.е., сечение канала между витками шнека для прохода продукта меньше кольцевого зазора между шнеком и корпусом приставки (!) - см. В4.13).

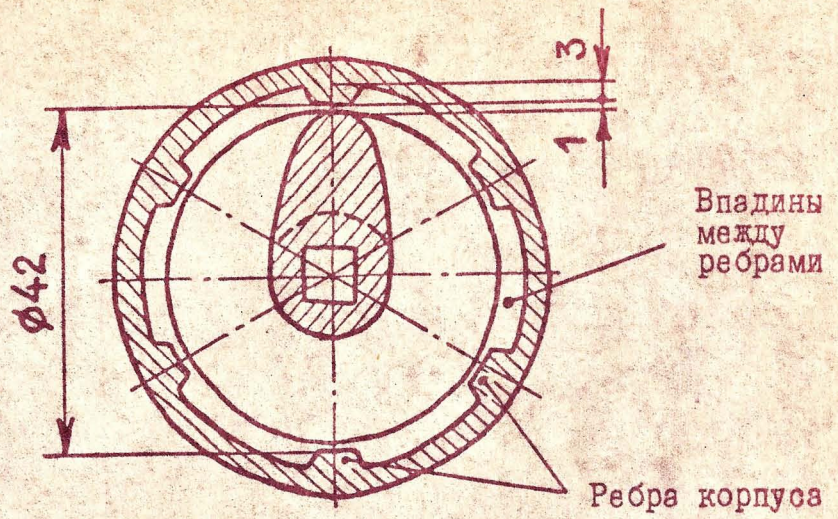


Рис. 50. Сечение рабочей части корпуса

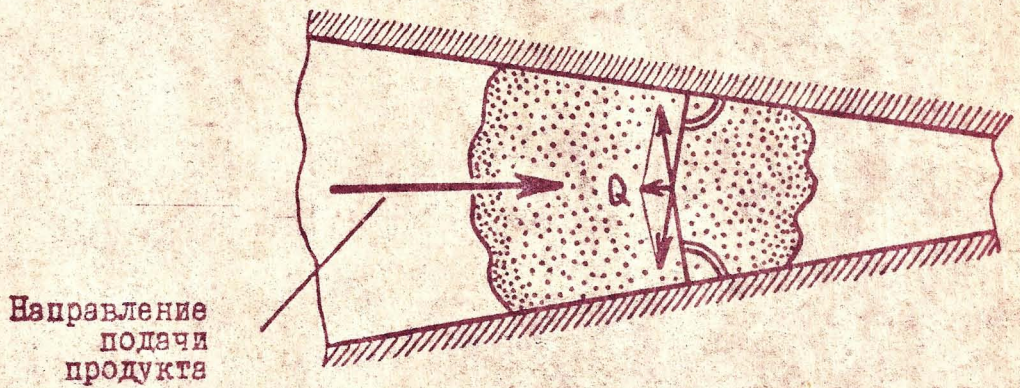


Рис. 51. Усилия, действующие на продукт со стороны витков шнека с уменьшающимся шагом

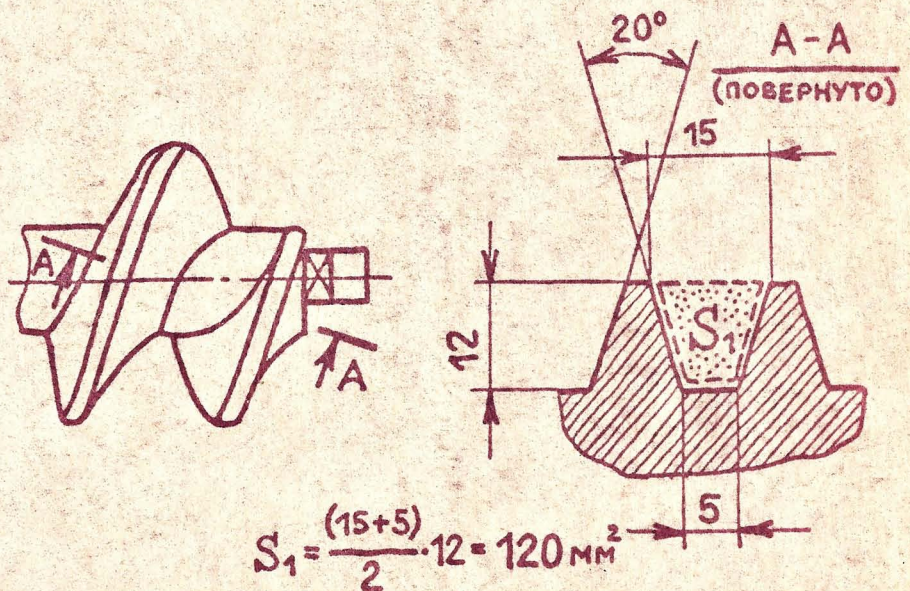


Рис. 52. Сечение канала между витками шнека

Если уменьшить число витков шнека, длина канала между витками сократится, а сечение канала на выходе шнека возрастет, но продукт будет перемещаться вдоль корпуса быстро, что, в свою очередь, потребует либо увеличения мощности электропривода, либо снижения в несколько раз числа оборотов шнека. Оба эти варианта связаны со значительным усложнением электропривода.

#### B4.20. Шнек - продукт, корпус (4Л, 4Е).

Виток шнека в сечении представляет собой симметричную относительно вертикальной оси трапецию с углом между боковыми сторонами в  $20^\circ$  (рис. 52). При работе нормальные усилия, действующие на продукт со стороны передней грани витка шнека, направлены под углом к корпусу приставки, из-за чего возникают усилия  $Q$ , вдавливающие продукт в корпус (рис. 53).

#### B4.21. Шнек - продукт, корпус (4Л, 4Е).

Продукт, размещенный между витками шнека, при работе удерживается от проворота ребрами корпуса (рис. 54). Однако ребра расположены только с одной стороны продукта, а с остальных трех сторон продукт взаимодействует с вращающимся шнеком (поверхности А, Б, В), увлекается им и закручивается.

По авт. св. № 977016 известна конструкция, в которой "...шнек выполнен полым и имеет неподвижно смонтированный внутри него рабочий элемент в форме цилиндрического стержня с продольными ребрами". При этом продукт от проворота удерживается не только ребрами корпуса, но и ребрами, размещенными на неподвижной цилиндрической части шнека. К недостаткам этой конструкции можно отнести повышенную сложность.

#### B4.22. Шнек - технология изготовления (4Н).

Шнек изготавливается из алюминиевого сплава литьем под давлением с последующей гидрополировкой. При этом не удается получить острую наружную кромку витков (см. B4.8).

Если протачивать шнеки по наружному диаметру на токарном станке, на витках получатся острые кромки, но трудоемкость изготовления увеличится.

#### B4.23. Шнек - технология изготовления (4Н).

Шнек изготавливается литьем под давлением. Для того, чтобы можно было извлечь готовый шнек, витки в месте разъема прессформы выполнены перпендикулярными плоскости разъема (рис. 55). Форма витков при этом искажается: через каждые  $1/2$  оборота (6 раз по длине шнека) канал между витками сужается, что увеличивает сопротивление перемещающемуся вдоль витков продукту.

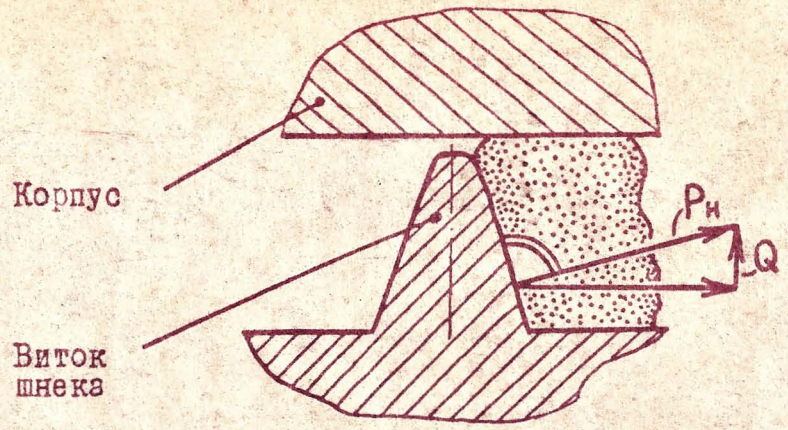


Рис. 53. Усилия, действующие на продукт со стороны шнека

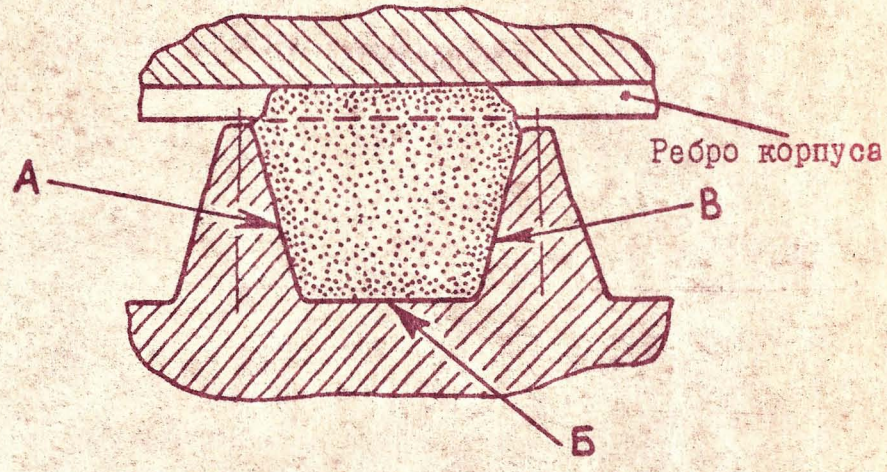


Рис. 54. Взаимодействие продукта с корпусом и шнеком

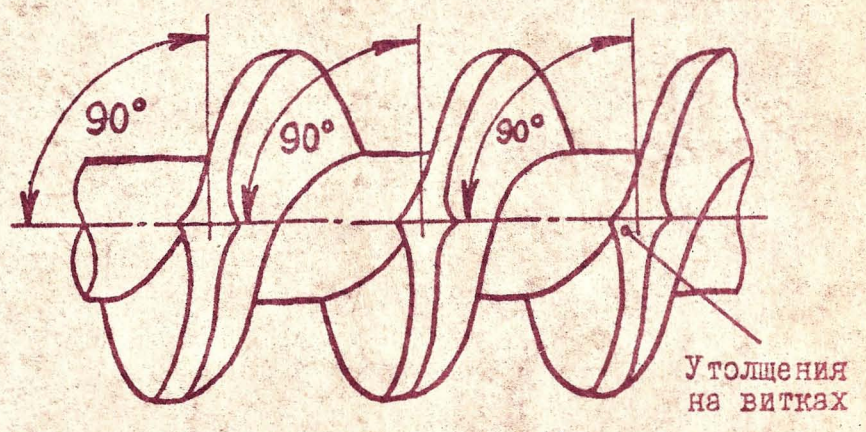


Рис. 55. Форма витков шнека в плоскости разъема прессформы

Если выполнить витки шнека по плавной спиральной линии, утолщений на витках в местах разъема прессформы не будет, т.е. не будет и сопротивления продукту за счет местных сужений канала, но извлечь такой шнек из прессформы будет невозможно.

#### В4.24. Шнек — технология изготовления (4Н).

Утолщения на витках шнека в плоскости разъема прессформы устраняются напильником вручную и только частично.

Если устранять утолщения на токарном станке, то можно исключить ручной труд, но протачивать шнек с переменным шагом нельзя, а шнек с постоянным шагом не создает необходимого давления на продукт у режущей пары (см. В4.18).

### 5. Ш а й б а (рис. 32 и 33).

Г1.5. Защищать торец шнека от истирания о втулку корпуса (с целью предотвращения искажения размеров шнека и попадания алюминиевых опилок в перерабатываемый продукт).

#### В з а и м о д е й с т в и я

#### В5.1. Шайба — продукт (5Д).

Шайба из нержавеющей стали не загрязняет продукт, но изготавливается из дорогого и дефицитного материала.

### 6. К о р п у с (рис. 30 и 31).

Г1.6<sup>I</sup>. Подавать продукт к шнеку (совместно с лотком и толкателем).

Г1.6<sup>II</sup>. Предохранять руки от попадания в рабочую зону шнека (совместно с лотком).

Г1.6<sup>III</sup>. Помогать шнеку захватывать продукт в заходной части корпуса.

Г1.6<sup>IV</sup>. Перемещать продукт к режущей паре (совместно со шнеком).

Г1.6<sup>V</sup>. Вдавливать продукт в решетку (совместно со шнеком).

Г1.6<sup>VI</sup>. Прижимать нож к решетке (совместно с гайкой, шнеком и шайбой).

Г1.6<sup>VII</sup>. Объединять (удерживать в себе) детали приставки мясорубки.

Г1.6<sup>VIII</sup>. Крепить приставку мясорубки к электроприводу.

Г1.6<sup>IX</sup>. Работать совместно с соковыжималкой и приставками для профилирования теста и набивки колбас.



Взаимодействия:

В6.1. Корпус - лоток (6Ж).

Лоток устанавливается внутрь горловины бункера (рис. 20), уменьшая проходное сечение бункера на 25% (с  $\phi$  45 мм до  $\phi$  39 мм).

В6.2. Корпус - электропривод (6К).

Корпус крепится к электроприводу с помощью байонетного замка. Такое сочленение обеспечивает быстрое присоединение приставки, но не гарантирует хорошей центровки, что является одной из причин "кивания" приставки при работе.

В6.3. Корпус - продукт (6Л).

ГОСТ 4025-83 регламентирует оптимальное количество ребер на внутренней поверхности корпуса приставки: 8 прямолинейных или 6 спиралеобразных.

Если уменьшить число ребер, то улучшится удерживание продукта от проворота (каждое ребро будет хорошим упором), но увеличится площадь зазора между корпусом и шнеком (т.е. площадь впадин между ребрами корпуса), а это не позволит эффективно сдавливать продукт у режущей пары.

Если увеличить число ребер, то зазор между корпусом и шнеком уменьшится, но ухудшится удерживание продукта от проворота.

В6.4. Корпус - продукт, технология изготовления (6Л, 6Н).

Для облегчения изготовления корпуса внутренняя часть его рабочей зоны выполнена конусной с литейным уклоном. Однако при этом происходит увеличение площади поперечного сечения на 27% (диаметр корпуса в заходной части -  $\phi$  36 мм, а у режущей пары -  $\phi$  42 мм), что уменьшает необходимое сжатие продукта, создаваемое шнеком с переменным шагом.

В6.5. Корпус - технология изготовления (6Н).

Корпус выполнен в виде одной, но достаточно сложной по форме детали, поэтому прессформа для изготовления корпуса литьем под давлением тоже сложная и дорогая.

Если выполнить корпус разъемным, из двух или более частей, то можно не только упростить форму корпуса, но и выполнить ее более оптимальной для работы мясорубки. Кроме того, упростится конструкция прессформ и их эксплуатация. Однако, такое решение приведет к увеличению числа прессформ и усложнению соединения отдельных частей корпуса между собой и с остальными деталями приставки.

В6.6. Корпус – технология изготовления (6Н).

При литье на корпусе на стыках прессформы образуется облой. Для его удаления необходимо подвергать корпус трудоемкой механической обработке – на токарном станке прогонять резьбу, подрезать внутреннюю поверхность бункера и торец корпуса со стороны байонетного замка.

7. Лоток (рис. 34 и 35).

Р1.7.<sup>1</sup> Облегчать подачу продукта в бункер малого диаметра (совместно с толкателем).

Р1.7.<sup>2</sup> Предотвращать попадание рук в рабочую зону шнека (совместно с бункером корпуса).

Взаимодействия:

В7.1. Лоток, толкатель – электропривод (7К, 8К),

Лоток, толкатель, электропривод – потребитель (7М, 8М, 9М).

В электромясорубке шнек приводится во вращение электроприводом. Это позволяет не затрачивать мускульную энергию на переработку продуктов, как в ручной мясорубке, но зато появляется возможность получить травму при попадании пальцев рук в рабочую зону шнека. Чтобы этого не произошло, приходится выполнять бункер очень высоким и узким, а для облегчения подачи продукта использовать лоток и толкатель.

В7.2. Лоток – продукт, технология изготовления (7Л, 7Н).

Лоток облегчает подачу продукта внутрь приставки мясорубки, выполняя роль большого бункера, однако изготавливать его приходится на специальных литейных машинах и использовать дорогую и дефицитную пищевую пластмассу (полная себестоимость лотка 0,27 руб).

Если не делать лоток, уменьшатся затраты, но ухудшится удобство пользования.

8. Толкатель (рис. 36 и 37).

Р1.8. Досылать продукт в рабочую зону шнека.

Взаимодействия:

В8.1. Толкатель – продукт (8Л).

Толкатель облегчает подачу продукта в рабочую зону шнека, но изготавливать его приходится на специальных литейных машинах и использовать дорогую и дефицитную пищевую пластмассу (полная себестоимость толкателя 0,11 руб.).

В8.2. Толкатель - технология изготовления (8Н).

При литье толкателя на его торце (элемент Э8.4, рис.36) образуется технологическое отверстие, которое необходимо устранить, заплавляя вручную с помощью нагретого паяльника.