

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБЪЕМНОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ДОРНОВАНИИ ВТУЛОК ИЗ БРОНЗЫ БРОЦС 5-5-5

Морозов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение и технология машиностроения»

Байгулов Андрей Валерьевич, аспирант кафедры «Материаловедение и технология машиностроения»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

432063, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1.

e-mail: tneft_ecolog@mail.ru

Ключевые слова: бронза, втулки, микрорентгеноспектральный анализ, шероховатость.

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния объемного электромеханического дорнования (ОЭМД) на качество рабочей поверхности втулок из бронзы БрОЦС 5-5-5. С помощью микрорентгеноспектрального анализа и анализа микрогеометрии обработанных поверхностей втулок доказано, что объемное электромеханическое дорнование бронзовых втулок благоприятно влияет на формирование элементного состава обработанной поверхности, создаёт необходимый микрорельеф.

Результаты многочисленных исследований и опыт эксплуатации машин подтверждают, что основными факторами, определяющими долговечность машин, являются не только механические свойства материала, из которого изготовлена деталь, но и качество поверхностного слоя.

Большое влияние качества поверхностного слоя на эксплуатационные свойства детали объясняется в основном, тем, что износ детали происходит по поверхностным слоям, качество которых и определяет ее износостойкость в целом. Качество поверхностного слоя имеет определенные геометрические и физические параметры. К геометрическим параметрам относят: макрогеометрию, т.е. точность обработки и геометрическую форму, микрошероховатость и направление штрихов обработки. К физическим параметрам относят: микроструктуру, распределение микротвердости и остаточные напряжения.

Поверхность деталей после окончательной обработки имеет вполне определенные геометрические характеристики – микрорельеф и волнистость. В процессе механической обработки в зависимости от её вида и режима можно получить различную шероховатость поверхности. При

наличии макрогеометрических отклонений поверхностей трения по самым различным причинам (из-за уменьшения толщины масляной пленки, снижения скорости вращения, увеличения нагрузки и пр.) они начнут соприкасаться, прежде всего своими микроскопическими выступами – шероховатостями. От площади контакта деталей и несущей способности поверхности будет зависеть их износ.

Существует две точки зрения на величину шероховатости в связи с износом поверхностного слоя:

1) меньше изнашиваются поверхности с наибольшей чистотой;

2) наиболее выгодна регламентированная шероховатость.

Согласно первой точке зрения, при идеально гладкой поверхности не будет перегрузок, заеданий, износа. При высокой чистоте поверхности износ понижается только в случаях трения с обильной смазкой при небольшой удельной нагрузке на сопрягаемые поверхности. Гладкие поверхности из-за ухудшения смачиваемости вследствие плохого удержания на них масляной пленки, а также при увеличении нагрузок настолько сближаются, что вследствие возрастания силы их межатомных связей адге-

зия увеличивается и износ возрастает. Следовательно, поверхность с минимальными неровностями не во всех случаях является оптимальной.

Согласно второй точке зрения, существует оптимальная шероховатость поверхности, зависящая от материала трущейся пары и режима её работы. Она устанавливается сама на трущихся деталях в процессе приработки. Следовательно, оптимальные значения шероховатости, соответствующие эксплуатационным, являются важнейшими показателями полной и высококачественной приработки поверхностей трения деталей и характеризуют их подготовленность к восприятию эксплуатационных нагрузок.

Также на скорость и качество приработки трущихся поверхностей влияет коэффициент трения, который зависит от антифрикционных свойств материалов, в том числе количественного химического состава элементов на поверхности.

В настоящей статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния объемного электромеханического дорнования (ОЭМД) на качество рабочей поверхности втулок из бронзы БрОЦС 5-5-5. Выбор материала обусловлен тем, что исследуемую марку бронзы широко используют при изготовлении подшипников скольжения.

ОЭМД осуществляли по схеме растяжения на вертикально-фрезерном станке со скоростью обработки 200 мм/мин при силе тока 4000...5000 А [2], в зависимости от рекомендуемой плотности тока для отделочно-упрочняющего режима [1]. Образцы (втулки) устанавливали в разборную обойму с переходной посадкой и обрабатывали дорном из твердого

сплава Т15К6 с углом заборного конуса 20°.

С целью идентификации прогнозируемого результата поверхность необработанной втулки сравнивали с поверхностью втулок, обработанных ОЭМД.

Электронно-микроскопические изображения были получены с помощью сканирующего электронного микроскопа XL30 ESEM-TMP фирмы FEI/Philips Electron Optics. Микрорентгеноспектральный анализ проводили с помощью спектрометра волновой дисперсии (INCA Wave 700) фирмы Oxford Instruments, установленного на указанном выше электронном микроскопе.

Исследования проводили при ускоряющем электроны напряжении 30 кВ. При таких условиях глубина проникновения электронов в бронзу составляет ~3 мкм. Элементы регистрировали по следующим характеристическим рентгеновским линиям: медь – K_{β} , цинк – K_{α} , свинец и олово – L_{α} . В качестве эталонов сравнения для количественного микроанализа (определения массовой доли элементов в точке) использовали соответственно для: Cu – чистая медь, Zn – чистый цинк, Sn – чистое олово, Pb – PbS с содержанием свинца 88 %. Сила тока зонда не превышала 60 мкА. Результаты всех количественных измерений корректировали и усредняли по нескольким точкам измерения.

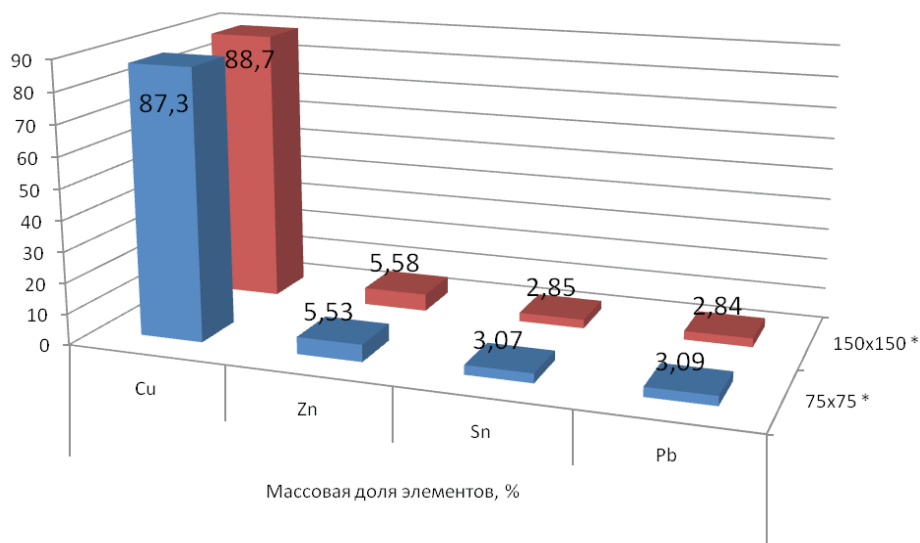


Рис.1. Содержание элементов в анализируемом образце в исходном состоянии (до обработки)

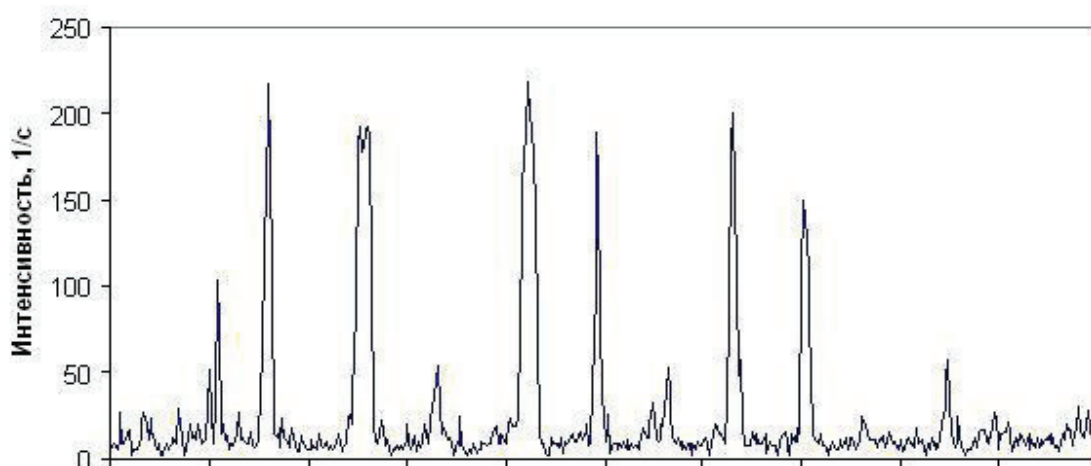
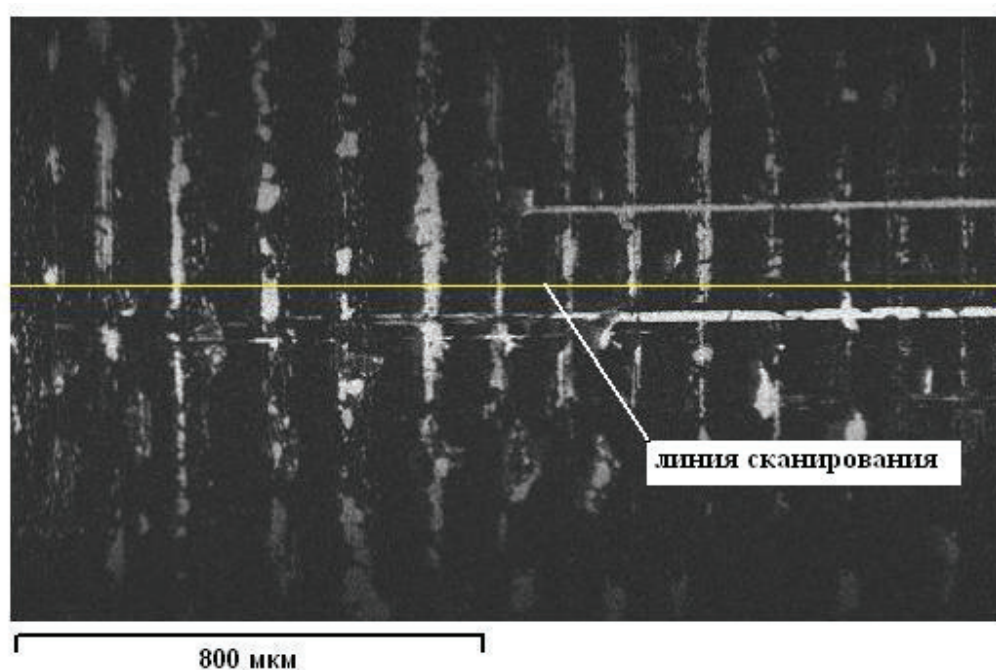


Рис.2. Карта распределения свинца и интенсивность сигнала отраженных электронов поверхностью втулки, обработанной ОЭМД при силе тока 4000 А и натяге 0,1 мм

На поверхности отшлифованного и отполированного образца, подготовленного из необработанной втулки, были получены электронно-микроскопическое изображение и карты распределения Cu, Pb, Zn, Sn. Из анализа результатов эксперимента следует, что медь и цинк распределены равномерно, а свинец и олово распределены в виде мелких вкраплений (скорее всего, эвтектидных), но равномерно по всей площади.

Для проведения количественного анализа массовой доли элементов использовали усреднение по площади 75 и 150 мкм, результаты представлены на рисунке 1. Состав содержит меди около 90% , цинка око-

ло 6%, олова около 3% и свинца около 3%.

На поверхности отшлифованного и отполированного образца, подготовленного из обработанной ОЭМД втулки при силе тока 4000 А, были получены электронно-микроскопические изображения и карты распределения Cu, Pb, Zn, Sn. На рисунке 2 представлена карта распределения свинца, где более светлый цвет соответствует большей массовой доле этого химического элемента.

В электронно-микроскопическом изображении в отраженных электронах видны области элементов с большим атомным номером (более светлые – предположительно

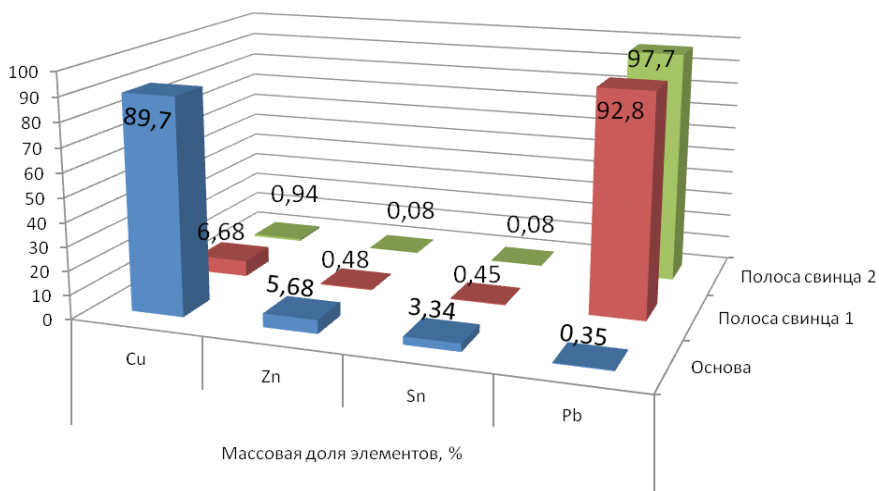


Рис. 3. Содержание элементов на поверхности образца, обработанного ОЭМД при силе тока 4000 А и натяге 0,1 мм

свинцово-содержащие области). Эти области наблюдаются как в продольном, так и поперечном направлении втулки, а также в виде отдельных включений.

На картах распределений элементов отчетливо видно сосредоточение свинца в продольных и поперечных полосах шириной 15...60 мкм (рисунок 2). Результаты представлены в виде диаграмм (рисунок 3). Количественные данные по содержанию элементов были получены между полосами свинца и непосредственно на них.

Таким образом, свинец практически до 100% собирается в локальные полосы на поверхности бронзовой втулки, подвергнутой обработке. А материал основы содержит меди около 90%, цинка - около 6%, а олова - 3%.

На внутренней поверхности образца, подготовленного из обработанной втулки при силе тока 5000 А, были также получены электронно-микроскопические изображения и карты распределения Cu, Pb, Zn, Sn. Количественные данные по содержанию элементов были получены между полосами свинца и непосредственно на них, результаты представлены в виде диаграмм (рисунок 4).

С увеличением силы тока и, как следствие, увеличением температуры в зоне контакта инструмента с деталью, наблюдается уменьшение количества свинца в основе, увеличение его количества в усредненной основе и отдельных полосах. Основа усредненная, указанная на рисунке 4, это площадь между полосами свинца.

Из рисунка 1 видно, что свинец локализуется в ямках и полосах, которые остались после чистового точения. При этом неровности втулки заполнены свинцом более полно и равномерно при токе 5000 А, чем при 4000 А.

Микрогеометрию обработанных образцов исследовали на профилометре модели 130. Принцип работы профилометра основан на ощупывании алмазной иглою неровностей измеряемой поверхности в процессе её перемещения вдоль измеряемой поверхности с последующим преобразованием возникающих при этом механических колебаний иглы индуктивным датчиком в измеряемый сигнал. При правильной

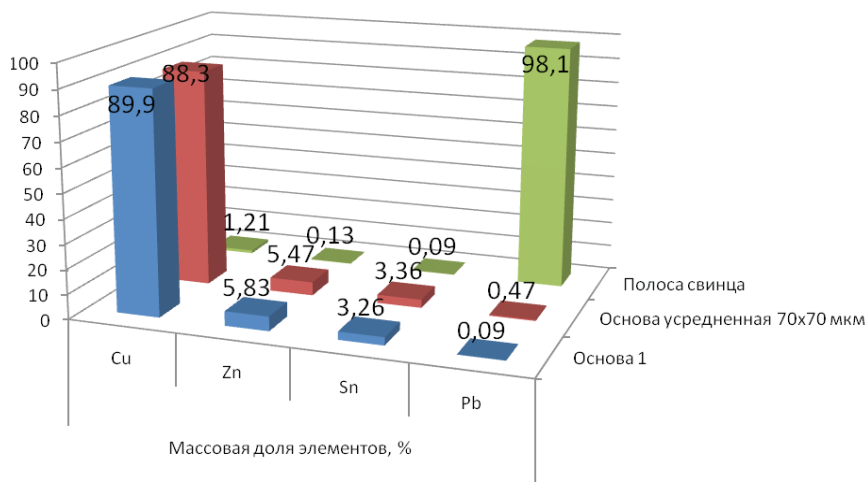


Рис. 4. Содержание элементов на поверхности образца, обработанного ОЭМД при силе тока 5000 А и натяге 0,2 мм

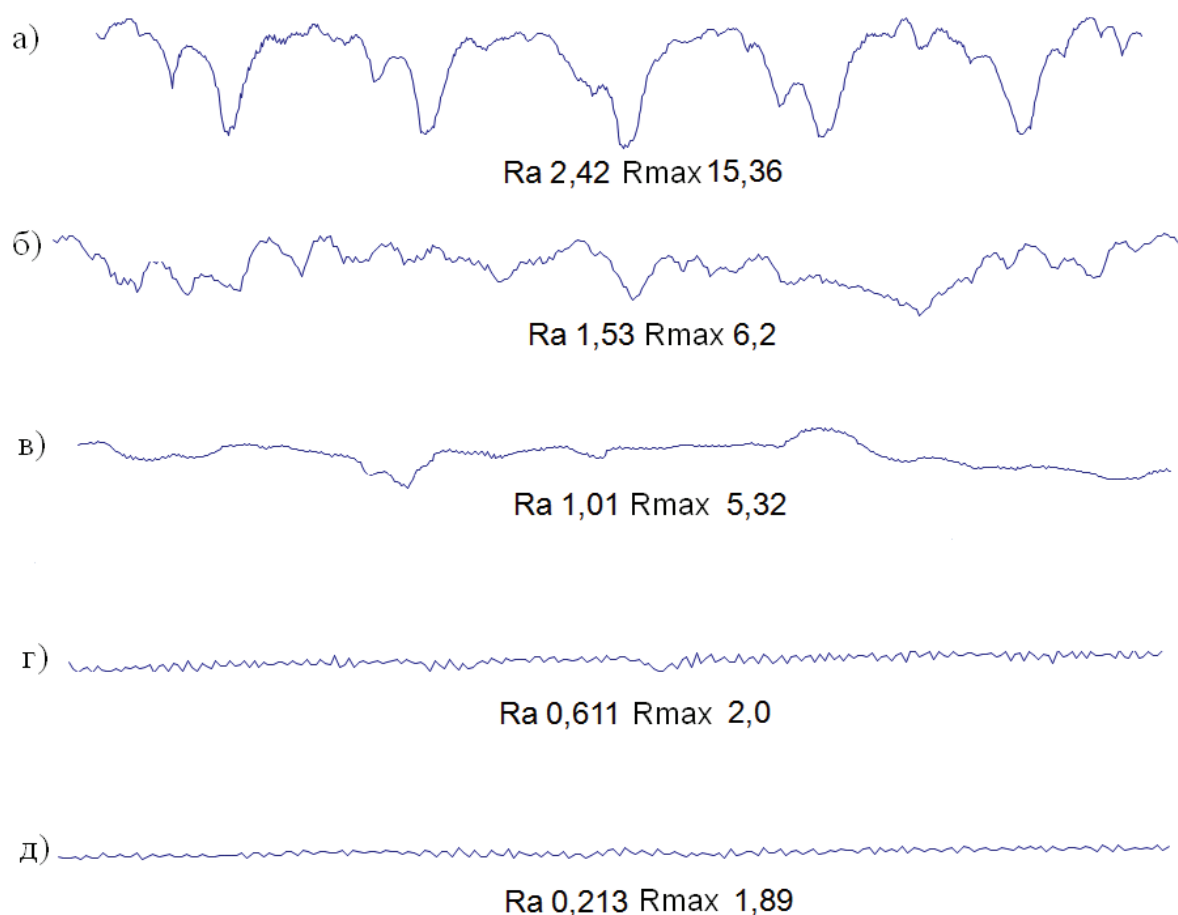


Рис. 5. Профилограммы поверхностей образцов ($\times 750$): а) после чистового точения; б) после раскатки; в) после эксплуатационной приработки; г) после обработки ОЭМД с натягом 0,1 мм; д) после обработки ОЭМД с натягом 0,2 мм

настройке его чувствительность составляет 2...3 атома.

Анализируя полученные профилограммы (рисунок 5), следует отметить значительное снижение величины шероховатости обработанной ОЭМД поверхности втулки в сравнении с другими видами обработки. Причем, исследовав десять обработанных при силе тока от 4000 до 5000 А образцов, не было выявлено явной закономерности снижения шероховатости при увеличении силы тока. Все значения Ra располагались в диапазоне 0,2...0,6 мкм. Но такая закономерность усматривается при изменении натяга. С увеличением натяга с 0,1 мм до 0,2 мм шероховатость снижается по параметру Ra от 0,611 мкм до 0,213 мкм, что связано с большим контактным давлением инструмента на обрабатываемую поверхность втулки.

Из представленных выше результатов исследований следует, что объемное электрохимическое дорнование втулок из бронзы БрОЦС 5-5-5 благоприятно влияет на формирование элементного состава на обработанной поверхности. Причем с увеличением силы тока с 4000 А до 5000 А выявлено повышение содержания свинца на поверхности до 5%. По полученным ранее данным [3] можно судить, что повышенное содержание свинца на поверхности позволяет снизить коэффициент трения.

Также ОЭМД позволяет получить необходимый микрорельеф (приближенный к микрогеометрии поверхности, сформировавшейся в процессе эксплуатации), в зависимости от условий работы сопряжений и снизить характеристики шероховатости в 3 раза при изменении натяга обработки на 0,1 мм (с 0,1 до 0,2 мм на диаметр обраба-

тываемого отверстия).

Библиографический список

1. Багмутов В.П., Паршев С.Н., Дудкина Н.Г., Захаров И.Н. Электромеханическая обработка: технологические и физические основы, свойства, реализация. – Новосибирск: Наука, 2003. – 318с.

2. Патент РФ № 2305028. Способ сборки деталей с натягом. - Б.И. № 24, Оpubл. 27.08.07.

3. Балихин В.В. Исследование процессов электромеханического упрочнения подшипниковых сплавов при ремонте машин лесной промышленности. - Дисс. на соиск. учен. степени к.т.н. – Ленинград.: 1967. – 222.

УДК 001.76:637.125

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ЦЕНТРОМ МАСС

Ульянов Вячеслав Михайлович, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Механизация животноводства»

e-mail: ulyanov-v@list.ru

Хрипин Владимир Александрович, кандидат технических наук, соискатель кафедры «Механизация животноводства»

Мяснянкина Марина Николаевна, старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и гидравлика»

ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»

г. Рязань, ул. Костычева, д. 1, тел. (910) 616-25-67

Ключевые слова: доильный аппарат, подвесная часть, наполнение, многофакторный эксперимент, сравнительные исследования

Предложен доильный аппарат, перераспределяющий оттягивающее усилие на сосках вымени коровы в зависимости от такта работы аппарата. В соответствии с этим исключается как наполнение на вымя, так и спадание с вымени подвесной части доильного аппарата, обеспечивается щадящее обращение с выменем и улучшается здоровье животного. По результатам проведения многофакторного эксперимента получено уравнение регрессии, которое позволяет определять конструктивно-режимные параметры доильного аппарата. Приведены результаты сравнительных исследований доильных аппаратов.

На кафедре механизации животноводства Рязанского ГАТУ им. профессора П.А. Костычева разработан доильный аппарат с изменяющимся центром масс. Доильный аппарат состоит из двухкамерных стаканов, соединенных с оригинальным коллектором, пульсатора попарного доения, молочного и вакуумных шлангов [1, 2].

Коллектор содержит молокосборную камеру, вокруг которой установлен полый торообразный корпус с прямоугольным радиальным поперечным сечением. В полом корпусе коллектора размещены два порш-

ня, выполненные по профилю внутреннего пространства и занимающие не более четверти его объема каждый, с возможностью возвратно-поступательного движения за счет перепада давления. Крайнее положение поршней в корпусе находится под доильными стаканами, расположенными на сосках вымени животного в рабочем положении. Перемещением поршней управляет пульсатор доильного аппарата. Поршни выполнены из материала с высокой плотностью.

Вследствие перемещения поршней