

УДК 631.171

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Харьков Кирилл Алексеевич  
аспирант  
E-mail: kxarkov95@gmail.com  
*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия*

Костенко Михаил Юрьевич  
доктор технических наук, профессор  
SPIN-код: 2352-0690  
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru  
*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия*

Есенин Михаил Анатольевич  
кандидат технических наук  
SPIN-код = 6845-8830  
*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия*

Пластичные смазки разных типов, несмотря на различия в составе, условиях приготовления, микроструктуре и некоторых специфических свойствах, объединяют в одну группу благодаря общим признакам: наличию предела прочности, аномальной текучести и способности к тиксотропному восстановлению разрушенной структуры. Поведение смазок в объеме на различных этапах деформирования и связь между упругими, прочностными и вязкостными свойствами определяются состоянием их структуры и степенью взаимодействия между ее элементами. Цель модернизации технологической схемы – повышение эффективности применения пластичных смазок в сельскохозяйственной технике. Исходное сырье – базовое масло И-20, И-40 загружается в реактор-мешалку, нагревается теплоносителем до температуры 350-400 градусов. По достижении заданной температуры в реактор добавляют загуститель, который представляет собой смесь синтетического каучука, присадок различного назначения и 12-оксистеариновой кислоты. Далее происходит механическая обработка и охлаждение продукта, и смазка поступает в гомогенизаторы, где образуется высокодисперсная среда. Для повышения эффективности охлаждения смонтирована рециркуляционная система охлаждения. Установка

UDC 631.171

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

### **IMPROVING TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING GREASES FOR AGRICULTURAL MACHINERY**

Kharkov Kirill Alekseevich  
postgraduate student  
E-mail: kxarkov95@gmail.com  
*FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia*

Kostenko Mikhail Yuryevich  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
RSCI SPIN-code: 2352-0690  
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru  
*FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia*

Esenin Mihail Anatol'evich  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN- code = 6845-8830  
*FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia*

Greases of different types, despite differences in composition, preparation conditions, microstructure and some specific properties, are combined into one group due to common features: the presence of tensile strength, abnormal fluidity and the ability to thixotropically restore a destroyed structure. The behavior of lubricants in volume at various stages of deformation and the relationship between elastic, strength and viscosity properties are determined by the state of their structure and the degree of interaction between its elements. The purpose of modernizing the technological scheme is to increase the efficiency of using greases in agricultural machinery. The initial raw material - base oil I-20, I-40 is loaded into a stirring reactor, heated by a coolant to a temperature of 350-400 degrees. Upon reaching the specified temperature, a thickener is added to the reactor, which is a mixture of synthetic rubber, additives for various purposes and 12-hydroxystearic acid. Next, mechanical processing and cooling of the product occurs, and the lubricant enters homogenizers, where a highly dispersed environment is formed. To increase cooling efficiency, a recirculation cooling system is installed. The installation will allow modifying existing lubricants for agricultural machinery based on the introduction of additives and providing the necessary modes for producing special greases.

позволит модифицировать существующие смазки для с/х техники на основе введения присадок и обеспечения необходимых режимов получения специальных пластичных смазок. Повторная гомогенизация значительно улучшит механические свойства смазки

Repeated homogenization will significantly improve the mechanical properties of the lubricant

Ключевые слова: ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ, СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ, ПОВТОРНАЯ ГОМОГЕНИЗАЦИЯ

Keywords: GREASES, COOLING SYSTEM, RE-HOMOGENIZATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-193-023>

Пластичные смазки разных типов, несмотря на различия в составе, условиях приготовления, микроструктуре и некоторых специфических свойствах, объединяют в одну группу благодаря общим признакам: наличию предела прочности, аномальной текучести и способности к тиксотропному восстановлению разрушенной структуры. Каждая смазка имеет сплошной пространственный каркас, который состоит из взаимосвязанных дисперсных частиц загустителя или их агрегатов и удерживает в своих ячейках дисперсионную среду. Поведение смазок в объеме на различных этапах деформирования и связь между упругими, прочностными и вязкостными свойствами определяются состоянием их структуры и степенью взаимодействия между ее элементами. Вязкость – это свойство смазки оказывать сопротивление перемещению одной части смазки относительно другой или внутреннее трение смазки, возникающее между молекулами смазки при их перемещении под воздействием внешней силы. Вязкость обусловлена силами межмолекулярного взаимодействия. Вязкость является важным показателем смазывающих свойств нефтепродуктов [1].

Пластичные смазки, по сравнению с маслами, обладают внушительным рядом преимуществ:

<http://ej.kubagro.ru/2023/09/pdf/23.pdf>

- меньше подвержены вытеканию из негерметичных узлов трения за счет лучшего сцепления с поверхностью;
- ограничивают износ смазываемых элементов благодаря наличию смазок в узлах трения даже тогда, когда устройство не работает, что предотвращает возникновение сухого трения;
- лучшие показатели смазывания при переменном скоростном режиме эксплуатации машин;
- высокая эффективность работы в условиях резко изменяющегося температурного режима;
- существует возможность улучшения качества смазок путем введения твердых присадок (графит, дисульфид молибдена), которые при включении в их состав масел осаждаются на фильтрах;
- слои смазки, находящиеся в контакте с уплотнениями, сами работают как уплотнители, предотвращая попадание воды и пыли как в глубокие слои смазочного материала, так и в узел трения;
- смазки гораздо более экономичны в применении – это позволяет значительно сокращать до минимума «бессервисный пробег» оборудования.

Однако, пластичные смазочные материалы далеко не идеальны в применении. Стоит отметить их следующие недостатки по отношению к маслам:

- меньший отвод тепла из узла трения;
- большие потери энергии;
- нет способности непрерывного переноса загрязнений (механические примеси, пыль) из узла трения в фильтры;
- нет возможности более точного контроля смазочного материала в условиях эксплуатации;

- трудоёмкая и непростая замена [2].

Технологическая схема участка по производству смазок общего назначения представлена на рисунке 1. Красным цветом изображены трубопроводы, по которым движется теплоноситель (масло ТЛВ–330) для обогрева рубашки реактора М–2(М–1). Коричневым цветом изображены трубопроводы, по которым движется готовая необработанная смазка Литол – 24. Синим цветом изображены трубопроводы, по которым движется проточная вода. Оранжевым цветом изображены трубопроводы и оборудование, необходимые для реализации проекта. На представленной схеме не изображены потоки входного сырья, также не изображены контрольно–измерительные приборы. На данной схеме наглядно изображены все потоки продукции и энергоресурсов. Таким образом, готовая смазка из реактора М–2 насосом Н–2(Н–2а) подается на линию механической обработки в следующей последовательности:

- вентатор В–1(В–2);
- гомогенизатор Г–1(Г–2);
- деаэратор ДА–1;
- фасовочная линия.

Цель модернизации технологической схемы – повышение эффективности применения пластичных смазок в сельскохозяйственной технике.

В результате проделанной научно–исследовательской работы представлено следующее решение, изображенное на рисунке 1.

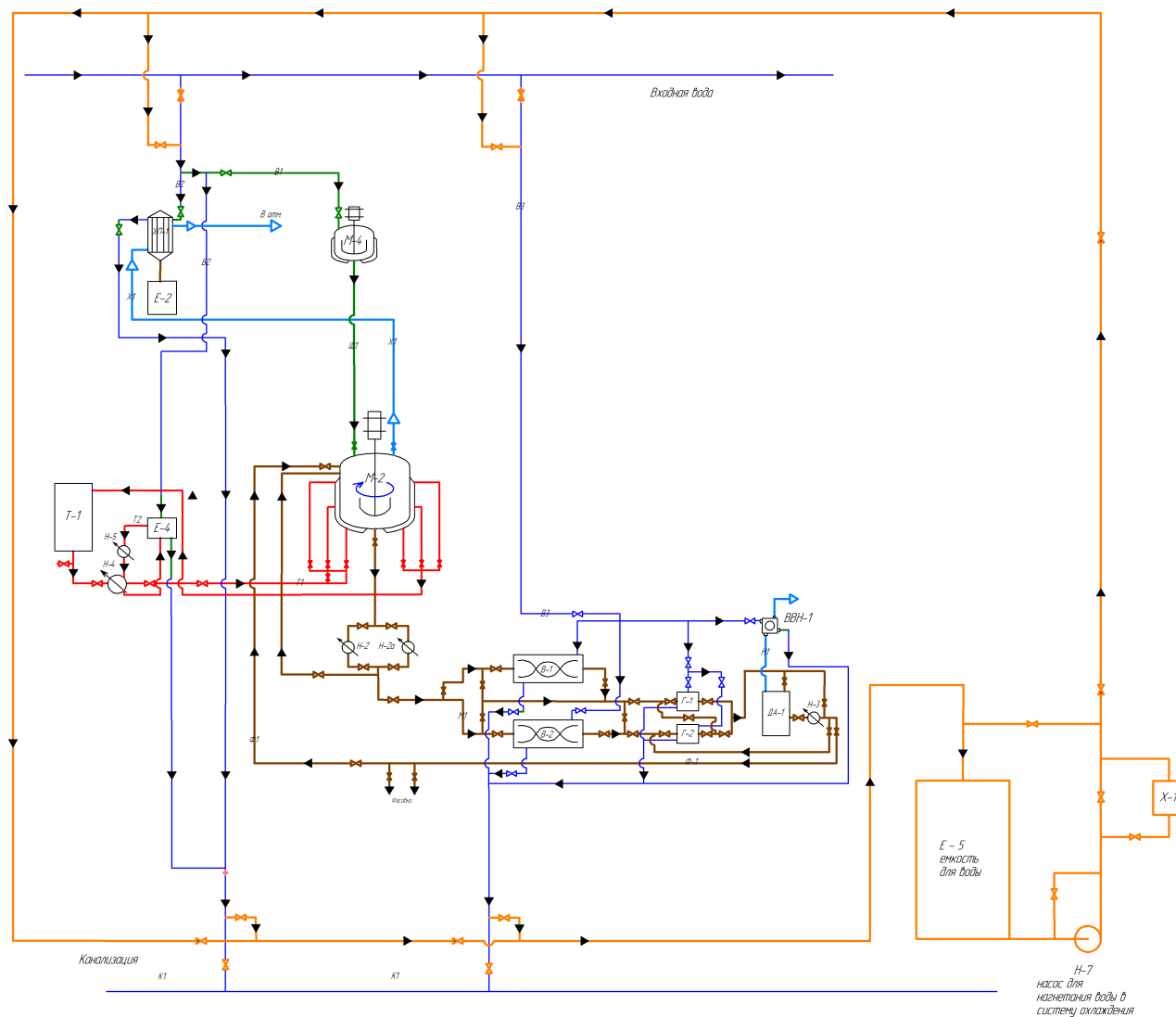


Рисунок 1 - Упрощенная модернизированная технологическая схема участка по производству смазок общего назначения.

Рассмотрим основные типы оборудования технологической схемы установки.

**Аппараты с перемешивающим устройством М-1,2** (реактор - мешалка) представляют собой сварной, вертикальный сосуд и состоят из следующих частей: обечайка (корпус) с наружным двухсекционным змеевиком (рубашка с теплоносителем), днище с наружным змеевиком, крышка фланцевая, дренажное (сливное) устройство, перемешивающее устройство типа якорь, вращение которого осуществляется через редуктор,

установленный на крышке аппарата. Корпус установлен на несущие металлические конструкции с помощью опор. Крышка аппарата эллиптическая, снабжена техническими штуцерами и люком. Загрузка продукта и компонентов в аппарат производится через люк и технологические штуцера. Выгрузка продукта производится через нижний штуцер. Ведение технологического процесса загрузка-выгрузка, начало и конец перемешивания, подача теплоносителя производится согласно технологическому регламенту.



Рисунок 2 - Реактор с перемешивающим устройством М-1,2

Аппараты с перемешивающим устройством М-3,4 представляют собой сварной, вертикальный сосуд и состоят из следующих частей: обечайка (корпус) с рубашкой, днище, крышка, дренажное (сливное) устройство, перемешивающее устройство типа якорь, вращение которого осуществляется через редуктор, установленный на крышке аппарата. Корпус установлен на несущие металлические конструкции с помощью опор. Загрузка продукта и компонентов в аппарат производится через люк. Выгрузка продукта производится через нижний штуцер. Ведение технологического процесса в мешалках М-3, М-4: загрузка-выгрузка, начало и конец перемешивания, подача пара или воды производится согласно технологическому регламенту.

**Вотатор** - представляет собой цилиндрическую емкость, оснащенную рубашкой охлаждения под холодную воду. Перемешивающие

устройства внутри вотатора способствуют быстрейшему охлаждению продукта и качественной механической обработке. В рубашке циркулирует хладагент (вода). Процесс теплообмена происходит путем передачи тепла хладагенту (воде) от продукта.



Рисунок 3 - Вотаторы В-1/В-2

Вотатор - состоит из следующих составных частей:

- опорная рама;
- 5-ть цилиндров, изготовленных из нержавеющей стали (сталь AISI 304);
- 5-ть мотор – редукторов;
- переходные конусы и патрубки подачи и выхода продукта и хладагента;
- обвязка;
- арматура.

В соответствии со схемой компоновки оборудования участка ПСОН вотаторам присвоены следующие номера: В-1, В-2.

**Г-1/Г-2 – гомогенизаторы.** Гомогенизатор – аппарат для гомогенизации. Гомогенизаторы решают задачу создания однородных (гомогенных), (относительно) устойчивых, многофазных дисперсионных

систем. Гомогенизация смазки, придание ей более гладкой структуры, разрушение макрочастиц и волокон загустителя является своего рода подготовкой к применению смазки в узлах трения, когда загустителю легче проявить свои поверхностные свойства.



Рисунок 4 - Гомогенизатор Г–1

**Деаэратор** – устройство, предназначенное для деаэрации продукта, его сбора, нагрева и последующей выдаче.

Состоит из основных деталей:

- емкость из нержавеющей стали объёмом 1000 литров, оснащенная перемешивающим устройством;
- температурная рубашка, которая осуществляет нагрев и охлаждение;
- крышка, обечайка, электроконтактный манометр, мотор-редуктор.





Рисунок 5 - Деаэратор ДА–1

В соответствии со схемой компоновки оборудования участка ПСОН деаэратору присвоен следующий номер: ДА-1.

**Аппарат воздушного охлаждения.** Представляет собой систему, которая состоит из:

- оребрение-кожуха;
- вентилятора осевого крепления;
- двигателя электрического 3,0 кВт;
- основания фундамента;
- различного рода арматуры, которая подводится и отводится от

аппарата.

**Насос 2-х ступенчатый ВХРНШ-37 2М.** В данной технологической схеме необходим для перекачивания вязких, густых и пастообразных сред, включающих в себя механические частицы.

**Компрессор.** Предназначен для подачи в основные элементы пневмосистемы сжатого воздуха. Осуществляет работу узлов и агрегатов, которым необходим сжатый воздух под большим давлением в процессе работы.

Модернизированная технологическая схема работает следующим образом. Исходное сырье – базовое масло И-20, И-40 - загружается в реактор-мешалку М-2, далее начинается его нагрев теплоносителем до температуры 350-400 градусов. Теплоноситель поступает из емкости Е-4 с помощью насоса Н-5. В качестве теплоносителя применяется специальное высокотемпературное масло, нагреваемое с помощью термических электронагревателей. Заданная температура и давление в системе поддерживается автоматически. По достижении заданной температуры в реактор добавляют загуститель из мешалки М-4, который представляет собой смесь синтетического каучука, присадок различного назначения и 12-оксистеариновой кислоты. Далее производится циркуляция продукта по короткому контуру с помощью насосов Н-1, Н-2. Затем готовый продукт с помощью насосов Н-1, Н-2 поступает в вентатор В-1, В-2, где происходит механическая обработка и охлаждение продукта, далее смазка поступает в гомогенизаторы Г1,Г2, где образуется высокодисперсная среда. Охлаждение осуществляется на этапах вентации и гомогенизации. После чего готовый продукт поступает деаэратор ДА-1 и на фасовочную станцию. Для повышения эффективности охлаждения и снижения ресурсозатрат смонтирован дополнительный контур охлаждения и сбора оборотной воды. Контур включает в себя накопительную емкость Е-5, аппарат воздушного охлаждения Х-1, насос для нагнетания воды в рециркуляционную систему охлаждения [3].

Результатом модернизации технологической схемы является создание замкнутого контура оборотной воды с системой ее сбора, подготовки и предварительного охлаждения.

Установка позволит модифицировать существующие смазки для с/х техники на основе введения присадок и обеспечения необходимых режимов получения специальных пластичных смазок. Дополнительный контур охлаждения позволит осуществлять повторную гомогенизацию с

введением антифрикционных присадок в готовый продукт. Повторная гомогенизация значительно улучшит механические свойства смазки. Введение присадок на конечном этапе позволит исключить химическое изменение состава присадки во время технологического процесса приготовления смазочного материала.

### Список литературы

1. Забара, К. А. Основные механизмы разрушения высокомолекулярных химических соединений сельскохозяйственной техники при хранении / К. А. Забара, А. В. Шемякин // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 74-79. – EDN PTSCUY.
2. Любинин И.А. Состояние и перспективы производства пластичных смазок в России и за рубежом / И.А. Любинин // Наука и технология в промышленности. – 2011. – № 3. – С. 98—100.
3. Тыщенко В.А. Агафонов И.А. , Пимерзин А.А. , Томина Н.Н. , Антонов С.А. Технология производства смазочных масел и спецпродуктов. Учебное пособие.- М.:ЛЕНАНД, 2014.-240 с.

### References

1. Zabara, K. A. Osnovnyye mehanizmy razrusheniya vysokomolekuljarnyh himicheskikh soedinenij sel'skhozjajstvennoj tehniki pri hranenii / K. A. Zabara, A. V. Shemjakin // Innovacionnyye nauchno-tehnologicheskie reshenija dlja APK, Rjazan', 20 aprelja 2023 goda. Tom Chast' II. – Rjazan': Rjazanskij gosudarstvennyj agrotehnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2023. – S. 74-79. – EDN PTSCUY.
2. Ljubinin I.A. Sostojanie i perspektivy proizvodstva plastichnyh smazok v Rossii i za rubezhom / I.A. Ljubinin // Nauka i tehnologija v promyshlennosti. – 2011. – № 3. – S. 98—100.
3. Tyshhenko V.A. Agafonov I.A. , Pimerzin A.A. , Tomina N.N. , Antonov S.A. Tehnologija proizvodstva smazochnyh masel i specproduktov. Uchebnoe posobie.- M.:LENAND, 2014.-240 s.