

Главными потребителями пластичных смазок выступают такие отрасли, как металлургия, железнодорожный транспорт, нефтегазодобывающая промышленность, машиностроение и металлообработка [1]. Целью проекта является создание производства пластичных смазок широкого спектра применения для ОАО «РЖД». Пластичные смазки в России производятся на следующих предприятиях: ОАО «Пермский завод смазок и СОЖ», ОАО «РИКОС», КУЗАКС - филиал ОАО «РЖД», ОАО «Нефтемаслозавод», ОАО «Славнефть - Ярославский НПЗ им. Менделеева». Однако около 17% пластичных смазок ввозится из-за границы. Крупнейшими внешними поставщиками смазок являются украинские компании ОАО «АЗМОЛ» и ОАО «Агринол». Оборудование как российских, так и украинских заводов характеризуется большим моральным и физическим износом. Смазки, производимые на основе современных технологий, позволяют намного повысить сроки службы и экономичность железнодорожной техники [2]. Проектирование осуществляется по заданию на разработку проектной документации предприятия по производству смазочных материалов различного назначения, а в частности рассматривается узел непрерывного производства редукторных смазок марок «Л» и «З». При производстве товарных смазочных материалов в качестве компонентов используются базовые масла (нефтяные и синтетические), присадки, загустители и наполнители (рис.1). Сырьем для получения указанных редукторных смазок является трансмиссионное масло нигрол (ГОСТ 33-82, ГОСТ 2477-65, ГОСТ 6370-83), осевое масло (ГОСТ 610-72), жировой гудрон (ТУ 2 10-04-11/7-87), стеариновая кислота и гидроксид натрия (ГОСТ 2263-79) [3]. Производство смазочных материалов организовывается как полунепрерывный процесс в потоке системы непрерывного смешения и периодический процесс малотоннажных партий смазок в аппаратах периодического смешения. Установка полунепрерывного производства сочетает преимущества периодического и непрерывного способов, учитывает специфику производства мыльных смазок и обеспечивает максимально возможную производительность при оптимальном качестве готовой продукции. Длительный опыт работы установок полунепрерывного действия по производству смазок массового назначения подтверждает перспективность их широкого применения [4]. Рис. 1 - Составы смазочных материалов Основные секции установки следующие: подготовки сырья и приготовления увлажненной мыльно-масляной реакционной смеси; выпаривания воды и термомеханического диспергирования загустителя в масле; охлаждения и кристаллизации расплава. Аппаратурное оформление процесса производства смазок в значительной степени определяется реологическими свойствами смазок (прежде всего вязкостью) и промежуточных продуктов [1]. Для мыльных смазок отмечается резкое (в 50-80 раз) увеличение вязкости в процессе термомеханического диспергирования и ее зависимость от скорости деформирования [5]. Поэтому к конструкции перемешивающего устройства и

реактора, в котором совмещаются стадии омыления, обезвоживания, получения и выдержки расплава, а также предварительного охлаждения, предъявляют сложные требования. Для решения вышеуказанных проблем принято несколько новых технологических решений. Варочные котлы - аппараты с перемешивающими устройствами - изолируются от теплопотерь, оборудуются рубашкой, в которую подведена термическая жидкость, а в некоторые еще и охлаждающая вода (двухзонные рубашки). Таким образом, в одном аппарате можно производить и нагрев, и последующее охлаждение до нужных температур, не используя дополнительное оборудование. Это экономически оправдано при небольших объемах производства серийных смазок [4].

Скребково-лопастные мешалки с переменным числом оборотов позволяют на каждой стадии менять режим перемешивания. Преимуществом данных мешалок перед обычными, с постоянным числом оборотов, является меньшее энергопотребление. Высокая эффективность этих перемешивающих устройств в вязкой среде и гибкое регулирование интенсивности перемешивания сокращают длительность процесса, одновременно повышая качество смазок и воспроизводимость свойств отдельных партий. Электрообогрев резервуаров предпочтительнее, т.к. позволяет поддерживать температуру в автоматическом режиме с сигнализацией максимальной и минимальной температуры. По сравнению с аналогами экономия энергии составит около 15%, учитывая отсутствие утечки теплоносителя и потерь тепла при повышении температуры окружающей среды [6]. Поскольку предполагается на одной установке производить разные виды смазок, требуется максимально очищать транспортные системы. Коллектор оборудуется скребковым очистителем - скиммером. В качестве сборников-накопителей используют бункеры с обогреваемыми стенками, которые оснащаются системой замкнутой циркуляции смазок через гомогенизирующий клапан. Интенсивное выделение энергии при прохождении продукта через регулируемую область с малыми зазорами между клапаном и седлом производит сильный вихревой поток, при котором неоднородные массы измельчаются [7]. В производстве смазок приходится периодически останавливать процесс для очистки трубопроводов от отложений. К сожалению, в РФ не существует аналогов систем самоочищающихся трубопроводов фирмы FMC Group. Данная система работает при помощи автоматического циркулирования одной или двух чашек в замкнутом контуре и позволяет вести непрерывное производство [8]. Размещение оборудования на установках зависит от конкретных условий. Нами выбрана поэтажная компоновка с размещением оборудования в соответствии с направлением технологических потоков (на верхнем этаже - дозаторы, ниже - аппараты с мешалками, еще ниже - насосы и другое вспомогательное оборудование). На первом этапе работы над проектом была разработана технологическая схема P&ID в широко используемой в настоящее время программе AutoCAD Plant 3D [9-

10], в которой отражаются аннотации всего оборудования, а также его маркировка. Упрощенная схема приведена на рис. 2а, 2б. Дозирующим насосным агрегатом Р-001, Р-002, Р-003 из расходных емкостей масло 1, омыляемые компоненты 2 и раствор (суспензия) гидроксида металла 3 подаются в поточный смеситель А-001. Масло перед поступлением в поточный смеситель нагревается в теплообменнике Е-001 до заданной температуры. В поточном смесителе происходит не только смешение, но и частичное омыление жировых компонентов. После этого смесь поступает в трубчатый змеевик выпарного аппарата К-001, в котором при повышенной температуре и давлении завершается реакция омыления жиров. Рис. 2а - Технологическая P&ID схема Рис. 2б - Технологическая P&ID схема (продолжение) Водомасляная суспензия мыла из змеевика через распылительное устройство поступает в выпарную камеру аппарата, где при помощи распыления в объеме и пленочного течения по поверхности аппарата обезвоживается. В аппарате давление поддерживается вблизи атмосферного, для чего пары из выпарной камеры вакуум-насосом Р-004 отсасываются через конденсатор Е-002. Обезвоженный продукт дозировочным насосом подается на термообработку в скребковый теплообменник Е-003, смешивается с остатками масла и присадками, подаваемыми дозировочным насосом, поступает в скребковый холодильник Е-004. Охлажденная смазка после скребкового холодильника поступает на фильтрование, гомогенизацию и деаэрирование, затем в емкость-накопитель и на расфасовку. С учетом принятых технологических решений в программе Aspen Hysys был рассчитан материальный баланс производства смазок, а также произведена предварительная экономическая оценка будущего предприятия: NPV (на момент окупаемости проекта) составляет 700 млн. руб., IRR - 17% при ставке дисконтирования 15%, срок окупаемости - примерно 4 года. Поэтому можно сделать вывод, что проект экономически эффективен.