

## ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАЗУТА

Ключевые слова: мазут, мазутные подогреватели, виброподогреватели.

*Перечислены основные проблемы, возникающие при использовании мазута на промышленных предприятиях. Рассмотрены методы решения этих проблем: применение виброподогревателей, метод электроиндукционных потерь, применение змеевиковых подогревателей системы Гластовецкого и Чекмарева, применение циркуляционных подогревателей, разработанных проф. Геллером.*

Keywords: fuel oil, black oil heaters, vibropodogrevatel.

*The main problems arising at use of fuel oil at the industrial enterprises are listed. Methods of the solution of these problems are considered: application of vibropodogrevatel, a method of electroinduction losses, application of zmeevikovy heaters of system Glastovetsky and Tchekmaryov, application of the circulating heaters developed by prof. Geller.*

Основными топливными ресурсами являются производные от нефти, одной из которых является мазут. Мазут – это остаточный продукт переработки нефти. В основном он используется в качестве котельного топлива для различных отопительных систем, печей, систем парового отопления и т.д. Так же некоторые виды мазута (флотский Ф5 и Ф12) используются в виде основного топлива для судовых агрегатов. Помимо применения его в виде топлива, мазут выступает в качестве исходного сырья для получения машинных масел, гудронов, полугудронов и т.п. Также как и другие производные нефти, мазут имеет свои свойства и марки, подразделяется на определенные виды. Жидкое котельное топливо (топочный мазут) по своему элементарному составу мало отличается от сырой нефти. Мазут обычно содержит некоторое количество воды, увеличивающееся после водных перевозок, а также при разогреве в цистернах острым паром.

Наиболее распространёнными марками можно назвать следующие: топочный мазут М100 и М40, флотский Ф12 и Ф5. Основные отличия вышеуказанных видов – вязкость мазута и наличие в его составе различных видов добавок: дизельного топлива (солярки), депрессорных присадок, керосиновых фракций и т.д. Немаловажное значение имеют следующие параметры: зольность, процентное присутствие серы, температура вспышки, наличие воды и т.д. Наличием воды в большинстве своём страдает так называемый мазут с хранения. Повышая качество предлагаемого потребителю топлива, производители добавляют к нему моющие, противоизносные и прочие присадки. Учитывая опыт стран ЕС (где действуют стандарты ЕВРО), а также США (Закон о чистом воздухе – Clean Air Act), использование таких присадок, является необходимым условием для перехода нефтеперерабатывающей промышленности к изготовлению топлива с повышенными экологическими свойствами. Топочный вид может применяться как котельное топливо для различных тепловых генераторов, как основной источник тепловой энергии в отопительных системах, котельных и т.д. Мазут топочный М100, как наиболее

используемый вид в подобных системах, пользуется наибольшим спросом и популярностью.

Основные проблемы, возникающие при использовании мазута:

- Обводнение мазута. Вода в виде линз или мешков неравномерно распределяется по всей массе мазута, что приводит к резкому ухудшению условий его сжигания.

- «Старение» мазута. В процессе длительного хранения из мазута испаряются легкие фракции, что приводит к повышению его вязкости и температуры вспышки. Как правило, после двух-трёх лет хранения качественное сжигание такого мазута становится практически невозможным и его надо заменять на свежий.

- Ухудшение качества исходного мазута. Из-за изменения технологии переработки нефти, с целью получения большего количества светлых продуктов, снижается качество мазута, в частности повышается его вязкость и температура вспышки.

- В некоторых случаях техническое состояние системы мазутоподготовки не позволяет прогреть мазут до необходимой для сжигания температуры, не менее 90°C. Известные форсунки не обеспечивают необходимого распыла мазута, что приводит к большому химическому и механическому недожогу топлива, а в итоге к перерасходу топлива [1].

При разогреве мазута в железнодорожных цистернах «открытым» паром; на 1 т мазута расходуется до 100 кг пара, обводнение мазута при этом достигает 10%. По данным ВТИ [2] сжигание мазута с такой влажностью приводит к перерасходу около 0,75%; сухого мазута за счет тепла, идущего на испарение влаги, и дополнительного расхода энергии на тягу; кроме того, снижается надежность работы котельной.

- Удлинение времени разогрева и слива железнодорожных цистерн сверх минимально необходимого вызывает увеличение расхода пара за счет потерь в окружающую среду; при температуре наружного воздуха – 10°C и подогреве мазута 100 в цистерне емкостью 50 м<sup>3</sup> от 0 до 60°C средняя потеря тепла в окружающую среду равна 30500

ккал/ч, что соответствует 20% часового расхода тепла на разогрев мазута в цистерне. Причинами удлинения времени разогрева чаще всего являются недостаточное давление пара перед вводом в цистерну, значительная конденсация пара в подводящем паропроводе, неумелое обслуживание устройств для разогрева и слива мазута из цистерн.

- Хранение мазута в открытых емкостях, вызывающее дополнительное обводнение атмосферными осадками и увеличенные потери от испарения; открытые лотки для слива мазута, вызывающие потери тепла.

- Недостаточный подогрев мазута перед сжиганием, не обеспечивающий снижения вязкости до нормальной величины, что ухудшает распыление топлива форсунками и влечет рост потерь тепла от механической и химической неполноты сгорания.

- Неудовлетворительное состояние или отсутствие тепловой изоляции стальных наземных резервуаров, паро- и мазутопроводов, что вызывает значительные потери тепла в окружающую среду. Отсутствие присадок, необходимых при сжигании сернистых мазутов (содержание серы более 0,5%), для уменьшения образования плотных отложений на поверхностях нагрева, в мазутопроводах, подогревателях и облегчения их чистки, донных отложений в резервуарах и для защиты хвостовых частей котлоагрегатов от низкотемпературной коррозии.

Для устранения этих недостатков создаются специальные резервуары для транспортировки и хранения мазута. Рассмотрим некоторые из них.

Чтобы мазут легче воспламенился и приобрел определенную вязкость нужно его подогреть, для этого существуют специальные подогреватели мазута. *Мазутные подогреватели* служат для изменения вязкости мазута до величины, обеспечивающей его эффективное распыление. Подогрев мазута осуществляется паром, горячей водой, электричеством, маслом или комбинированным способом. Подогреватели проектируются и изготавливаются в соответствии с техническим заданием.

Так как мазут перевозят в цистернах, для того чтобы его слить оттуда, его разогревают [3]. Для экономии топлива и тепла необходима замена разогрева мазута в железнодорожных цистернах «открытым» паром другими методами разогрева. Наиболее целесообразна доставка топочных мазутов в цистернах, оборудованных паровыми рубашками в сливном приборе и в нижней части бака. Конструкция таких цистерн разработана ЦНИИ МПС. Безостаточный слив мазута из 60 т цистерны, снабженной паровой рубашкой, обеспечивается за 4 ч вместо 10 – 14 ч, удельный расход пара на слив уменьшается в среднем в 2 раза, исключается обводнение топлива, соответственно на 5 – 10% увеличивается полезная емкость мазутохранилищ, исключается трудоемкая ручная зачистка цистерн от остатков мазута, значительно повышается производительность и улучшаются условия труда по разгрузке топлива. По расчетам Теплоэлектропроекта [] затраты на внедрение цистерн, оборудованных

паровыми рубашками, окупятся примерно за полтора года. В научно-исследовательских организациях и на предприятиях разрабатываются и другие экономичные методы разогрева мазута для слива из железнодорожных цистерн.

*Виброподогреватели* мазута позволяют примерно в 20 раз увеличить коэффициент теплоотдачи по сравнению с коэффициентом для неподвижной поверхности. Продолжительность разогрева мазута на 60 °С в цистерне 50 м<sup>3</sup> составляет 3,5 ч, тепловая мощность около 0,4 Гккал/ч, мощность парового привода 4,8 кет, поверхность нагрева подогревателя 5,65 м<sup>2</sup>, скорость вибрации 0,83 м/сек.

На ГРЭС-1 Ленэнерго разработан и внедрен разогрев мазута *методом электроиндукционных потерь*. Основное достоинство метода – исключение обводнения мазута, сокращение времени слива до 4 – 6 ч, исключение тяжелого труда по ручной зачистке. Электрическая мощность установки – 160 кВт. Разрабатываются также установки для разогрева цистерн прокачкой горячего мазута, при помощи инфракрасных лучей и др.

Для возможности систематического получения топочных мазутов в специализированных цистернах с паровыми рубашками и при отсутствии других устройств целесообразно применять для разогрева мазута перед сливом взамен «открытого» пара переносные *змеевиковые подогреватели системы Гластоуэцкого и Чекмарева*, состоящие из трех секций, соединяемых при помощи шлангов. Поверхность нагрева подогревателя, применяемого для цистерн емкостью 50 – 25 м<sup>3</sup>, составляет 23,1 м<sup>2</sup>, вес 228 кг. Подогреватели изготавливают из стальных или дюралюминиевых труб. В качестве теплоносителя применяют сухой насыщенный или слабо перегретый (до 200 °С) пар давлением 6 – 8 кгс/см<sup>2</sup>. Основные недостатки переносных змеевиковых подогревателей: значительный вес и громоздкость, затрудняющие обслуживание, большая продолжительность разогрева, необходимость зачистки цистерны после слива. Существенные преимущества таких подогревателей перед разогревом «открытым» паром: исключение обводнения мазута, экономия топлива.

Некоторое ускорение разогрева «открытым» паром достигается путем применения пара повышенных параметров – давлением до 6 – 8 кгс/см<sup>2</sup>, лучше слегка перегретого, до 200 °С. Хорошая тепловая изоляция подводящих паропроводов и правильно организованный дренаж способствуют уменьшению обводнения мазута и ускорению разогрева.

Потери мазута во время слива из цистерн сокращаются при замене переносных лотков на стационарные междурельсовые, как это принято в действующих типовых проектах установок для мазутоснабжения котельных (Сантехпроект, 1967 г.). Потери тепла сокращаются при закрытых крышками сливных лотках, что способствует также ускорению слива топлива. Давление пара в рубашке обогреваемого междурельсового лотка не должно

превышать 2 кгс/см<sup>2</sup>. Использование паровых рубашек или встроенных змеевиков, которыми оборудована часть цистерн, должно быть обязательным при разогреве мазута перед сливом.

В мазутных хозяйствах котельных, в которых еще сохранился способ разогрева мазута в резервуарах при помощи змеевиковых или секционных подогревателей, целесообразно заменить его на *циркуляционный, разработанный проф. Геллером*. В последние годы циркуляционный способ разогрева мазута, обладающий многими преимуществами, получает все более широкое распространение. Затраты на реконструкцию мазутного хозяйства окупаются в короткий срок за счет улучшения качества подготовки топлива, его экономии при сжигании, повышения надежности эксплуатации, удешевления очистки и ремонта резервуаров. Циркуляционный подогрев осуществляется подачей топлива насосом из нижней части хранилища через внешний подогреватель к насадкам, расположенным в хранилище. Турбулентные затопленные струи горячего мазута, выбрасываемые из насадков, обеспечивают быстрое и эффективное перемешивание, однородный состав и равномерную температуру топлива, препятствуют отложению карбоидов. В качестве внешних подогревателей применяются трубчатые секционные конструкции. Относительно высокие скорости мазута в трубчатых подогревателях обеспечивают благоприятные условия теплопередачи от греющего теплоносителя мазуту и длительную работу без образования отложений.

В современных типовых установках для мазутоснабжения котельных нашли применение подогреватели мазута ПМ-25-6 и ПМ-40-15,

изготавливаемые таганрогским заводом «Красный котельщик». Хорошо зарекомендовали себя секционные подогреватели конструкции ПКБ Башкирэнерго. Каждая секция такого подогревателя состоит из пучка труб диаметром 38х3 мм, заключенного в кожух диаметром 219х6 мм. Удельная поверхность нагрева этого подогревателя, отнесенная к 1 т подогреваемого мазута, благодаря высокому коэффициенту теплопередачи и рациональной компоновке трубных пучков в 2,5 раза, а вес металла в 6 раз меньше, чем у широко распространенных подогревателей мазута типа «труба в трубе». Благодаря возможному быстрому повышению температуры массы мазута в резервуаре циркуляционный подогрев позволяет уменьшить температуру мазута при его хранении, что сокращает расход тепла на подогрев и уменьшает потери топлива от испарения. Местный подогрев мазута внутри резервуара выполняют при этом только в зоне всасывающей трубы.

### Литература

1. Таймаров М.А., Симаков А.В., Егоров В.А. Расчет длины факела и интенсивности выгорания капель при сжигании мазута// Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. №20. – С. 146-150.
2. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация. М.: изд. Академия, 2008. 432 с.
3. Насыбуллина А.Ш., Пивсаева Е.В., Хамидуллина Ф.Ф. Изучение состава и реологических свойств нефтей Сахалина для решения проблем их транспортировки// Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. №3. – С. 114-121.