

# ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**И. М. Суськова**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Новиков

В связи со стремлением к уменьшению зависимости от поставок нефти, экологическими проблемами, обусловленными использованием нефтепродуктов, в последние годы в мире актуальным является вопрос производства моторных топлив на основе возобновляемых растительных источников, в частности продуктов переработки растительных масел.

Основной целью данного исследования стала организация эффективного производства дизельного биотоплива на основе использования рапсового масла – продукта переработки семян рапса, которая предполагает минимизацию доли энергозатрат в производстве конечного продукта. Эта цель может быть достигнута путем решения следующих практически важных задач:

– нахождения и реализации оптимальных технологических режимов процесса, соответствующих требуемым в конкретные периоды времени производительностям установки;

– достижения максимально возможной производительности биодизельной установки при выполнении требований на качество биотоплива с минимальными удельными расходами энергии.

Объектом исследования явилась технологическая установка по производству метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) на ОАО «Белшина». Принципиальная схема технологического процесса приведена на рис. 1.

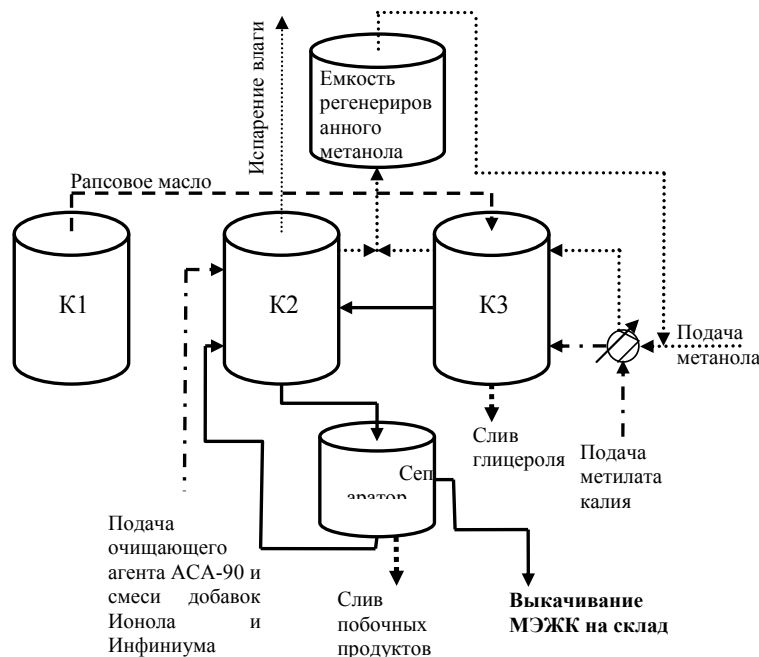


Рис. 1. Принципиальная схема технологического процесса:

K1 – емкость предварительного нагрева; K2, K3 – технологические емкости

С целью оптимизации технологического процесса производства биодизеля были разработаны мероприятия, позволившие увеличить мощность установки по производству МЭЖК:

1. Новым эффективным решением в данной установке явилось распределение нагрузки процесса динамического испарения метанола с переносом части ее с емкости K3 на емкость очистки K2. Первоначально весь процесс динамического испарения метанола проводился в емкости K3 и составлял длительное время. В результате емкость очистки оставалась незадействованной в процессе.

В этих целях процесс динамического испарения был разделен на две емкости, основное время – в емкости реакции K3 и 45 мин – в емкости очистки. Для отвода конденсата паров метанола из емкости K2 в емкость регенерированного метанола был смонтирован дополнительный трубопровод.

2. В целях сокращения времени процесса испарения воды был установлен дополнительный вакуум-насос, что позволило сократить время данного процесса в 2 раза.

3. Был сокращен процесс очистки МЭЖК в сепараторе за счет проведения более полного осаждения глицероля в емкости К2.

Оптимизированный режим работы технологической установки происходит следующим образом. Закачка рапсового масла производится в емкость начального подогрева К1. Температура начального подогрева рапсового масла с 20 до 48 °С. Для перемешивания рапсового масла в емкости К1 предусмотрены две электрические мешалки. Подогретое рапсовое масло из емкости К1 перекачивается в емкость К3 нагреваясь в теплообменнике до температуры 60 °С. В емкости К3 температура рапсового масла поддерживается 60 °С. В реакционную емкость К3 подается метанол. Перемешивание рапсового масла с метанолом происходит в течение 5 минут. Далее в емкость К3 подается метилат калия. Реакция переэтерификации в реакционной емкости К3 происходит при температуре около 60 °С и атмосферном давлении при постоянном перемешивании через статический смеситель. Время реакции составляет 60 мин. После прохождения реакции переэтерификации смесительный насос отключается, процесс осаждения глицероля происходит в течении 60 мин. Осажденный глицероль удаляется из реакционной емкости К3. После осаждения глицероля в емкость К3 осуществляется вторая подача метанола. Включается смесительный насос, перемешивание длится 5 мин. Далее подается метилата калия (вторая подача). Повторная реакция переэтерификации происходит при температуре около 60 °С и атмосферном давлении при постоянном перемешивании через статический смеситель с помощью насоса в течении 60 мин. После прохождения реакции переэтерификации смесительный насос отключается. Статическое испарение метанола не вступившего в реакцию осуществляется в емкости К3 в течение 90 мин при вакууме  $-0,07$  МПа и температуре около 60 °С в спокойном состоянии. Метанол конденсируется на охлаждающих элементах и поступает в емкость регенерированного метанола. Регенерированный метанол возвращается в производство при изготовлении последующей порции МЭЖК. После прохождения статического испарения метанола в течение 60 мин в спокойном состоянии происходит повторное осаждение глицероля с последующим его удалением. Более полное и окончательное испарение не вступившего в реакцию метанола (динамическое испарение) происходит во время циркуляции МЭЖК, которая создается с помощью смесительного насоса при вакууме и температуре около 60 °С. Из реакционной емкости К3 МЭЖК поступает в емкость К2. Время перекачки 30 мин. Завершающее испарение в емкости К2 не вступившего в реакцию метанола происходит 45 мин при циркуляции с помощью смесительного насоса при вакууме и температуре 60 °С. Конечным этапом производственного процесса является очистка биодизеля от лишних ионов и смешивание с добавками для улучшения свойств топлива. Очищающий агент АСА-90 подается в емкость очищения К2. Время перемешивания составляет 30 мин. Перемешивание осуществляется насосом. Для очистки от побочных компонентов МЭЖК поступает в сепаратор из емкости очищения К2. МЭЖК и примеси разделяются на дне сепаратора. После очищения МЭЖК возвращается в емкость очищения К2. Процесс очищения длится в течение 495 мин. Испарение остаточной влаги в МЭЖК происходит при постоянном перемешивании с помощью смесительного насоса при вакууме и температуре 65–67 °С.

После окончания процесса очистки в емкость К2 подаются присадки. Перемешивание присадок осуществляется с помощью смесительного насоса и составляет 20 мин. Затем происходит выкачивание очищенного МЭЖК. Время выкачивания составляет 130 мин.

Результаты произведенного анализа и расчетов по определению количества теплоты, затраченного на проведение основных технологических операций первоначального и оптимизированного режимов, приведены в таблице.

**Расчет энергетической эффективности в результате проведенной оптимизации технологического процесса**

Наименование операции	Общее количество теплоты, затраченного на проведение технологических операций		Энергетический эффект за режим, МДж
	Первоначальный режим	Оптимизированный режим	
Емкость К3			
Осаждение глицероля после 1-го этапа реакции	106,36	53,18	53,18
Статическое испарение метанола	140,72	136,29	4,43
Осаждение глицероля после 2-го этапа реакции	106,36	53,18	53,18
Динамическое испарение метанола	499,93	420,16	79,77
Емкость К2			
Динамическое испарение метанола	–	62,72	–62,72
Добавление очищающего агента и перемешивание	45,35	55,27	9,92
Очистка в сепараторе	555,42	490,94	64,48
Добавление присадок, перемешивание	42,15	37,19	4,96
Испарение влаги	341,65	242,89	98,76
<i>Итого</i>	1837,94	1551,82	286,12

Проведенные мероприятия позволили синхронизировать работу емкостного оборудования и таким образом ускорить процесс изготовления одной партии МЭЖК, т. е. увеличить производительность установки. При этом удалось достичь снижения удельного расхода тепловой и электрической энергии на изготовление тонны продукции.