

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ПО КУЛЬТИВИРОВАНИЮ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Кладницкий Е.А., магистрант; Сеницкая Елена Игоревна, магистрант; Ткаченко А.Е.,
доц., к.т.н.

(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Биодизельное топливо или биодизель – альтернативное топливо, производимое, в отличие от классических нефтепродуктов, из возобновляемых ресурсов – растительных масел, которые не вызывают накопления газов, создающих парниковый эффект, что характерно для горючего, в основе которого находится нефть. При этом, сравнивая классическое дизельное топливо и биодизель, второй обладает преимуществами в виде более высокой экологичности и безопасности при хранении, при этом энергетическая ценность обоих видов топлива приблизительно равна.

Рассмотрим некоторые примеры использования дизельного топлива и органического масла (так как получение биодизеля является следующим в цепочке после производства органического масла, следовательно, возможно будет изымать последнее в ходе технологического процесса) в металлургическом производстве [1].

- 1) Резервные дизельные генераторы. Многие объекты металлургического производства, такие как, например, установка «печь-ковш», электросталеплавильная печь, машина непрерывного литья заготовок и прочие, помимо классического блока АВР (автоматический ввод резерва) требуют также резервных источников питания на случай полного обесточивания производства, которые позволят завершить текущий технологический цикл, не допуская аварийных ситуаций, которые могут произойти в случае отсутствия электрического питания. Для этого применяются дизельные генераторы высокой мощности, в которых можно будет применить биодизель, произведенный на основе водорослей.
- 2) Кристаллизатор МНЛЗ. Непрерывная разливка стали на данный момент является одним из наиболее важных и перспективных направлений металлургического производства. Одним из узлов установки МНЛЗ является кристаллизатор, в котором применяется органическое (рапсовое) масло в качестве смазки, предотвращающей формирование дефектов поверхности заготовки при вытягивании из кристаллизатора. На текущий момент в нашем регионе в качестве смазки кристаллизатора (в силу либо отсутствия в нужном количестве, либо высокой стоимости рапсового масла) применяется подсолнечное масло, что существенно повышает риск образования дефектов заготовки за счёт худших физических свойств подсолнечного масла по сравнению с рапсовым. [2]
- 3) Ванны для закалки стали. На металлургическом производстве имеет место закалка некоторых марок стали в случае, если таковы требования к итоговому продукту. Для этих целей применяются масляные ванны, в которых также используется рапсовое масло, которое можно безболезненно заменить маслом из водорослей.
- 4) Топливо для внутрицехового транспорта.

И это далеко не все примеры объектов металлургического производства, на которых можно использовать биодизельное топливо.

Базируясь на том, что водорослям для эффективного роста и размножения не требуется ничего, кроме освещения, поддержания нужной температуры и концентрации CO_2 , предлагается следующий технологический процесс [3], конечным продуктом которого является биодизельное топливо:

- 1) Культивирование микроводорослей *Chlorella* в прозрачной ёмкости с нагревом световым излучением
- 2) Концентрирование биомассы микроводоросли
- 3) Дезинтеграция клеточных стенок (этап, на котором можно изымать органическое масло)
- 4) Экстракция
- 5) Отгонка экстрагента
- 6) Проведение реакции алкоголиза (синтез биодизельного топлива)

Для эффективного выращивания микроводорослей *Chlorella* необходимо поддерживать определенные условия среды культивирования [4]. В частности:

- 1) Температурный режим. Уровень температуры должен поддерживаться на уровне 32-35 °С.
- 2) Освещение должно поддерживаться постоянно
- 3) Углекислый газ. Для поддержания необходимого уровня насыщения воды углекислым газом, следует подавать смесь углекислого газа в количестве 2-5% с воздухом или углекислый газ в чистом виде

Таким образом, зная требуемые значения контролируемых параметров, возможно разработать систему автоматического контроля процесса культивации микроводорослей.

Для практических исследований работы системы на реальном объекте, авторами была разработана действующая установка по культивированию водорослей, технологическая схема которого, представлена на рисунке 1.

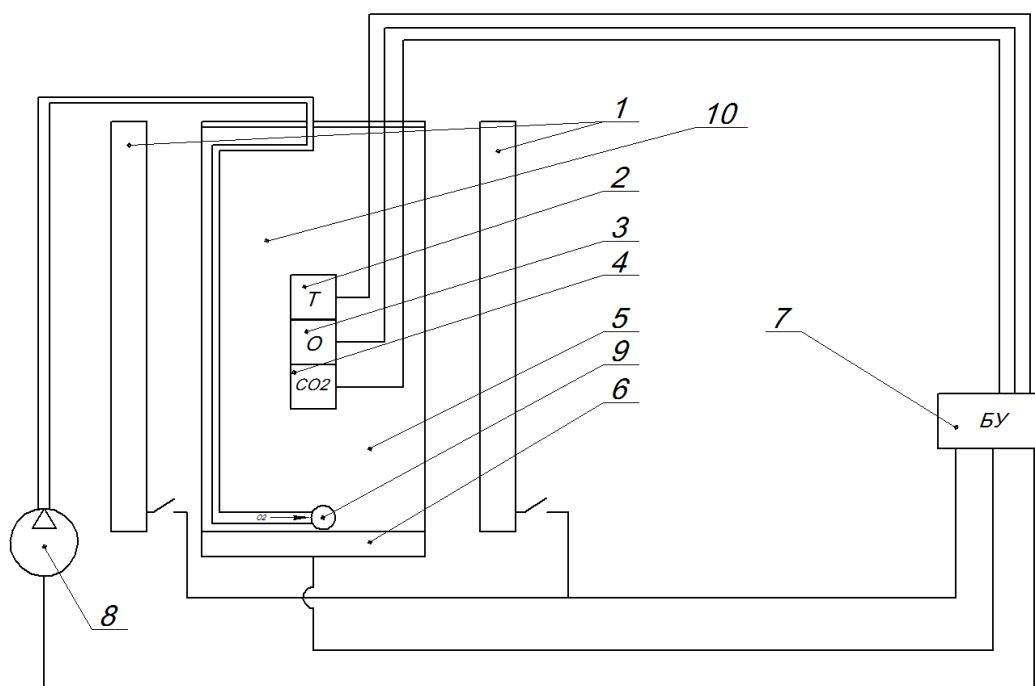


Рисунок 1 – Упрощенная технологическая схема действующей установки для культивирования микроводорослей

При разработке установки был избран способ выращивания микроводорослей с использованием нагрева среды световым излучением при помощи светодиодных излучателей 1. Для контроля параметров ёмкости 10 (представляет из себя цилиндр из кварцевого стекла объемом 500 мл.) с суспензией - смесью питательной среды (минеральные вещества) и культуры 5 применяются следующие датчики: 2 – датчик контроля температуры

(терморезистор), 3 – датчик контроля освещенности, 4 – датчик контроля концентрации CO_2 . Для поддержания необходимого уровня CO_2 в жидкости применяется метод барботаж с использованием барботера 9 и воздушного компрессора 8. Так как процесс стабилизации температуры среды на необходимом уровне заключается в поочередном включении и выключении освещающих ламп, возникает проблема большой задержки во времени между отключением лампы и началом охлаждения, вследствие инерционности процессов теплопередачи. Во избежание этого предполагается применять внешнее охлаждение воздухом при помощи вентилятора 6. Информация с датчиков направляется на блок управления 7 – микропроцессорное устройство, основными функциями которого являются:

- 1) Поочередное отключение излучателей в случае превышения уровня температуры и параллельное включение вентилятора
- 2) Включение и отключение воздушного компрессора

Эффективность введение вентилятора подтверждается лабораторными исследованиями (рисунок 2), в результате которых было выяснено, что при самопроизвольном охлаждении ёмкости после выключения всех трёх ламп, температура долгое время (до 30 минут) держится на одном уровне. Это связано с тем, что воздушная прослойка между излучателями и ёмкостью всё это время имеет температуру выше, чем температура воды в ёмкости, так что воздух продолжает пассивно нагревать ёмкость.

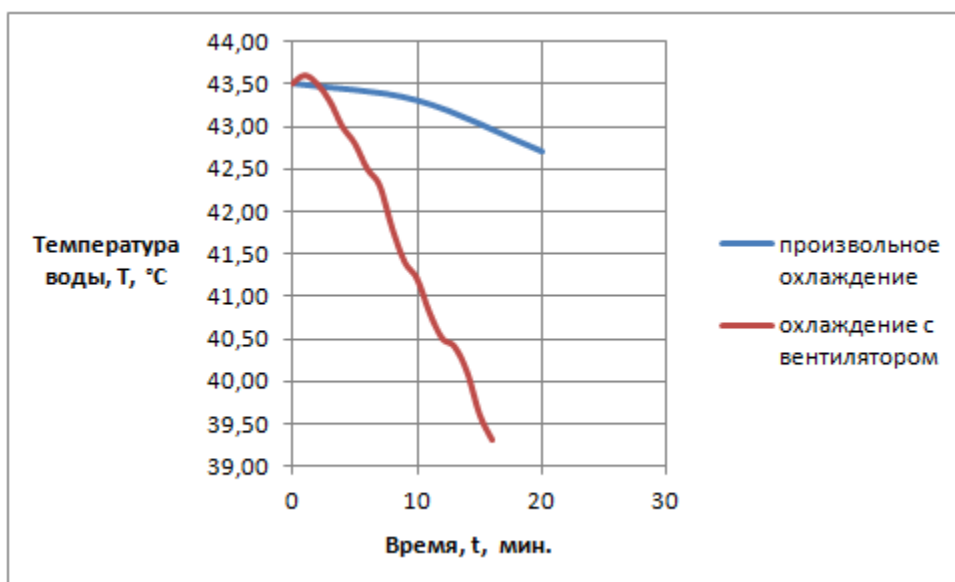


Рисунок 2 – Графики сравнение режимов охлаждения при самопроизвольном охлаждении и включенном вентиляторе

Результаты лабораторных испытаний, представленных на рисунке 3 показывают, что при выборе режима нагрева-охлаждения наиболее эффективным является нагрев при помощи трёх ламп и отключение одной в режиме охлаждения, так как такой режим позволяет поддерживать достаточный уровень освещенности, а разница при нагреве двумя и одной лампой незначительна по сравнению с разницей между двумя и тремя лампами.

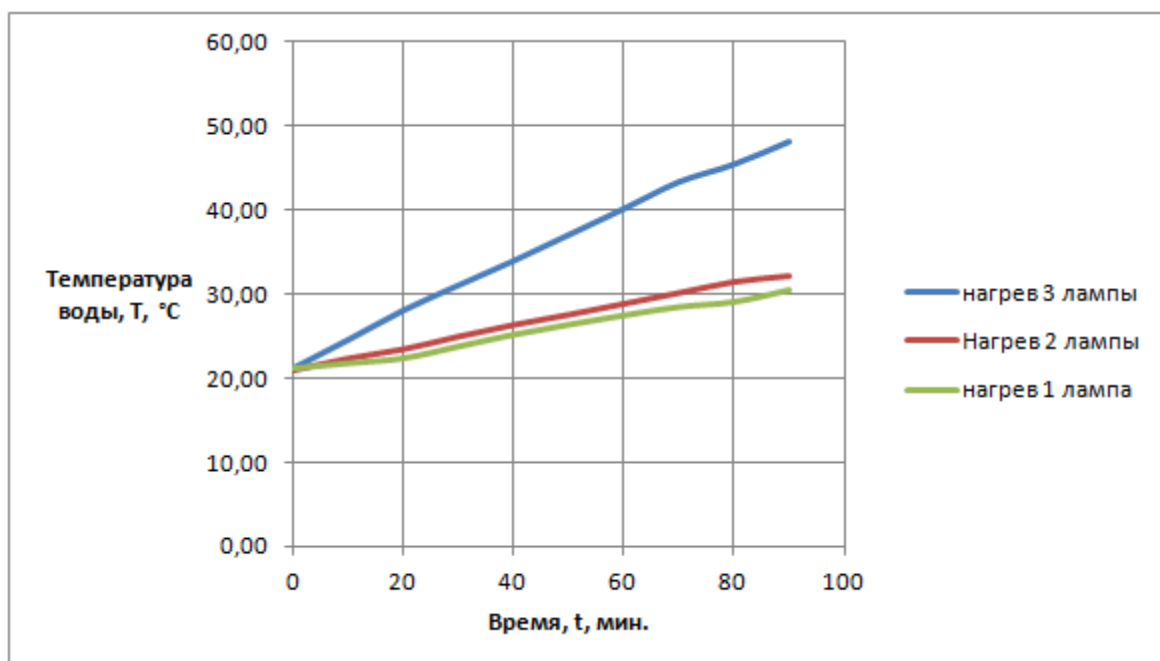


Рисунок 3 – Графики изменения температуры воды в динамическом режиме в зависимости от количества нагревателей

В качестве измерительных датчиков предполагается использовать следующие варианты:

- 1) Датчик температуры – среднетемпературный терморезистор, так как диапазон температур от -100 до $+200$ °C удовлетворяет условиям среды. Так как в данном процессе нет ни критического температурного уровня, ни высоких требований по точности ($\pm 1^\circ$) выбор типа применяемого датчика в основном сводится к конструктивным особенностям и возможности погружения датчика в жидкость.
- 2) Датчик освещенности. Предполагается использовать микропроцессорный датчик ВН1750 из-за его хорошей совместимости с микроконтроллерами Arduino, из которого планируется производить управляющее устройство.
- 3) Датчик углекислого газа. В качестве датчика, определяющего концентрацию углекислого газа в жидкости, возможно использовать газоанализаторы для жидкости. При этом не принципиально важно использование именно датчика для определения концентрации CO_2 , так как количество кислорода обратно пропорционально количеству углекислого газа в жидкости.

Таким образом, авторами была разработана действующая экспериментальную установку по автоматическому управлению процессом культивирования микроводорослей. Ее применение позволяет в лабораторных условиях исследовать влияние различных режимов управления ее работой на протекания процесса роста водорослей, Полученные экспериментальные данные позволяют обосновать наиболее эффективные методы управления температурным режимом и режимом освещённости установки.

Перечень ссылок

1. Смирнов А.Н. Непрерывная разливка стали. - Учебник. г. Донецк. - 482 с.
2. Теория непрерывной разливки. Технологические основы / В. С. Рутес, В. И. Аскольдов, Д. П. Евтеев и др. – М. : Металлургия, 1971. – 296 с.
3. Ayhan Demirbas, Use of algae as biofuel sources, Energy Conversion and Management, Volume 51, Issue 12, December 2010.
4. BarryJames, Aquarium plants, 1986 Salamander Books Ltd, Published in the USA by Tetra Press