

Кокиева Галия Ергешевна,

д-р техн. наук,

Аммосов Иннокентий Николаевич,

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Якутская ГСХА»,

г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ, ВВОДИМОЙ НА ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФЕРМЕНТАТОРОВ

Существует большое количество разнообразного оборудования различной конструктивной особенности, но преимущественное положение имеют аппараты с механическим перемешивающим устройством. При выходе одного перемешивающего устройства или привода для ремонта не требуется остановка всего аппарата. Это является весьма существенным фактором при эксплуатации ферментаторов большой единичной мощности, т.к. снижаются производственные потери.

Ключевые слова: инженерный расчёт, исходные данные, энергия, перемешивание, мощность, циркуляция.

В настоящее время нет ни одной методики инженерного расчёта, которая позволила бы на основе минимального количества исходных данных, выдаваемых заказчиком, рассчитать все необходимые для технического проектирования конструктивные элементы и режимы работы. Интенсивность перемешивания культуральной жидкости напрямую связано с конструктивной особенностью аэратора (барботера), она же и определяет его производительность. Определение $K_L a$ по удельной энергии, затраченной на компенсирование воздуха, введенного на аэрацию, предлагается определить по формуле [3; 4]:

$$K_L a = 140(N_v r)^{0,5} + 130 \quad (1)$$

Однако зависимостью (1) не отражается влияние на $K_L a$ конструктивных элементов аппарата, W_r рабочего давления воздуха.

Мощность, которая вкладывается на перемешивание, можно разделить на две части, одна из которых ответственна за турбулизацию и интенсивность массообмена, а вторая – за скоростной режим циркуляции и интенсивность перемешивания, считают авторы работ [3; 4; 5].

$$N_v = N_T + N_{\text{ц}}, \quad (2)$$

где N_v – удельная мощность, подводимая к потоку, кВт·м⁻³;

N_T – составляющая мощности на турбулизацию, кВт·м⁻³;

$N_{\text{ц}}$ – составляющая мощности на циркуляцию, кВт·м⁻³.

Получаем следующую зависимость:

$$N_v = N_T + kN_{\text{ц}}^{1,5}, \quad (3)$$

где k – коэффициент, учитывающий конструктивные параметры и физические свойства жидкости. Полученная зависимость говорит о том, что при постоянных значениях k с увеличением N_v будет возрастать N_T а при фиксированных значениях N_v распределение мощности N_T будет зависеть от значения k .

Уменьшение скорости циркуляции жидкости культуральной среды может превысить массообменную способность реактора, при этом дальнейшее распределение мощности по эффективности массоотдачи будет теряться. Вследствие чего можно сделать вывод о том, что конструктивная особенность механического перемешивающего устройства и аппарата для культивирования микроорганизмов в целом влияет на активизацию процесса культивирования микроорганизмов. По сопоставлению значений удельных энергетических затрат на единицу продукции или сорбцию газа (например, кислорода) можно сделать объективную оценку эффективности любой конструкции:

$$N_{\text{АСБ}} = N_{v3} \cdot X^{-1}, \quad N_{O_2} = N_{v3} \cdot M^{-1}, \quad (4)$$

где N_{v3} – удельная мощность, вводимая в единицу рабочего объема аппарата и затраченная на процесс перемешивания и массообмена, кВт·м⁻³;

x – удельная производительность, кг АСБ·м⁻³ · ч⁻¹;

АСБ – абсолютно сухая биомасса.

Для расчета удельной энергии существуют термодинамические, гидравлические и эмпирические зависимости.

В настоящее время для сравнения эффективности аппаратов оценка энергозатрат должна проводиться на основе удельной введенной мощности, которая зависит только от конструкции ферментатора и не зависит от типа компрессора и вида расчетного уравнения [1; 2]. Мощность на перемешивание является параметром, который в значительной степени определяет интенсивность процесса массопередачи кислорода в аппарате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокиева Г.Е. Конструктивная особенность аппарата для культивирования микроорганизмов. 1-я международная научно-практическая конференция «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы»(13 апреля 2016 г.): сборник публикаций научного журнала «Chronos». – Москва, 2016. – С. 24-29.
2. Кокиева Г.Е. Исследование аппарата для культивирования микроорганизмов / Г.Е. Кокиева // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 123-125.
3. Яковлев Н.А., Соломаха Г.П. Об учете энергии газового потока при изучении массопереноса в аппаратах с мешалками / Тезисы докладов III Всесоюзной конференции по теории и практике перемешивания в жидких средах. – М.: НИИТЭхим, 1976. – С.123-126.
4. Якушкин В.А. Исследование и разработка методики расчета трубчатых газлифтных аппаратов для выращивания кормовых дрожжей: Автореферат канд. дисс.– Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1974. – 23 с.
5. Янчевский В.К., Коваленко В.И., Шевченко В.И. Интенсификация биосинтеза дрожжевой биомассы в бродильных производствах / Обз. инф. АгроНИИТЭИПП. Спиртовая и ликероводочная промышленность, 1984. – № 4. – с. 20.