

3. Экологическая биотехнология [Электронный ресурс]. URL: [https://studwood.ru/624825/ekologiya/mikrobnaya\\_miniralizatsiya\\_degradatsiya\\_detoksikatsiya\\_zagryazniteley](https://studwood.ru/624825/ekologiya/mikrobnaya_miniralizatsiya_degradatsiya_detoksikatsiya_zagryazniteley)

УДК 519.257 + 66.067.1

Студ. К.Е. Кацуба  
Рук. А.Ю. Вдовин  
УГЛТУ, Екатеринбург

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ОТ ЖИДКОСТИ**

Рассматривается процесс отделения взвешенных твердых частиц различных фракций из жидкости, состоящий в первоначальном применении отстойника и последующем использовании фильтров грубой и тонкой очистки.

Предполагается, что требуется извлечь частицы, размер которых превосходит  $r$ , при этом в отстойнике оседают все частицы, линейный размер которых превышает значение  $r_{\max}$ . Будем считать, что фильтры остаются работоспособными до набора некоторой критической массы. При этом, указанная масса для грубого фильтра в  $k$  раз больше по сравнению с фильтром тонкой очистки.

Оптимизацию процесса фильтрования будем осуществлять за счёт выбора размера  $r$  ячейки фильтра грубой очистки таким образом, чтобы оба фильтра оставались пригодными в течение одинаковых промежутков времени. Иными словами, время их работоспособности должно совпадать, то есть необходимость их замены (очистки) возникает одновременно.

В данной статье рассмотрен процесс разделения материала, гранулометрический состав которого представлен в статье\*.

Пусть  $r_{\max} = 1$  мм;  $r_{\min} = 0,01$  мм.

Для того, чтобы проводить статистические исследования, необходимо иметь информацию о характере распределения размеров частиц, которые подлежат извлечению.

Выдвинем гипотезу о нормальном распределении размера частиц и проверим ее с помощью критерия Пирсона.

---

\* Гидрологический режим родниковых ручьев Самарской Луки // CYBERLENINKA URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/gidrologicheskiy-rezhim-rodnikovyh-ruchiev-samarskoy-luki> (дата обращения 19.11.17 г.).

Данные статистической обработки представлены в таблице и гистограммой частот (рис. 1).

Промежуточные значения статистической обработки

$r_i$	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,01
$Q_i$	0,052	0,141	0,143	0,251	0,073	0,085
$\frac{Q_i}{Q}$	0,0698	0,189	0,192	0,337	0,098	0,114
$r_i$ – радиус частиц (в мм); $Q_i$ – массовая доля фракции; $\frac{Q_i}{Q}$ – наблюдаемые частоты						

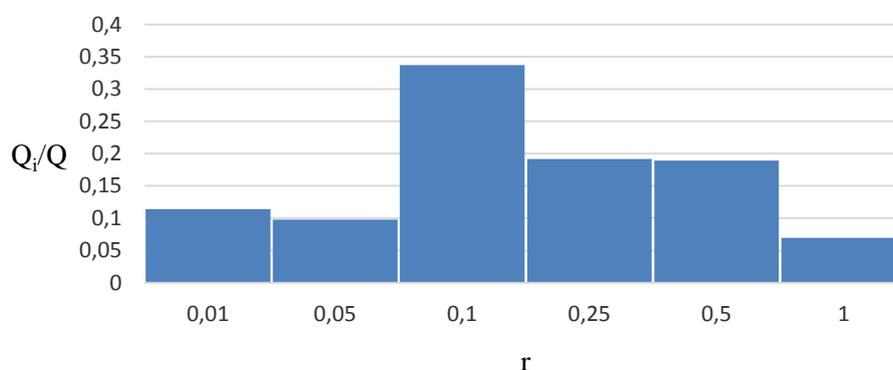


Рис. 1. Гистограмма частот

Определим  $\chi_{крит}^2$ ,  $\chi_{набл}^2$ , число степеней свободы  $K$ , выберем уровень статистической значимости:  $\alpha = 0,05$ ;  $K = 6 - 2 - 1 = 3$ ;  $\chi_{набл}^2 = 1,7$ ;  $\chi_{крит}^2 = 7,8$

Сравнение наблюдаемого и критического значений критерия позволяет утверждать, что гипотеза о нормальном распределении может быть принята.

В реальности размер частиц больше нуля. Выберем на промежутке (0;1) в качестве рабочего распределение, порождаемое рассмотренным нормальным. Для этого, пронормируем эту часть нормального распределения:

$$P_N(0 < x < 1) = \Phi_0\left(\frac{0,75}{0,35}\right) - \Phi_0\left(-\frac{0,25}{0,35}\right) = 0,4838 + 0,2642 = 0,75;$$

$$P(\alpha < x < \beta) = \frac{P_N(\alpha < x < \beta)}{0,75}.$$

Ниже представлен график этой плотности распределения с найденными значениями математического ожидания ( $\mu=0,25$ ) и стандартного отклонения ( $\sigma=0,35$ ) (рис. 2)

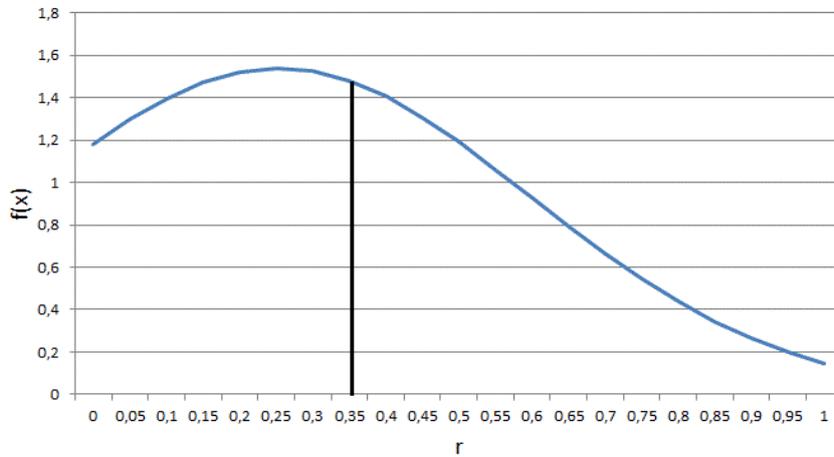


Рис. 2. Нормальное распределение

Приступим к анонсированному определению неизвестного значения  $r$  размера ячейки фильтра грубой очистки.

Фильтр тонкой очистки пропускает частицы менее 0,01 мм. Масса таких частиц пропорциональна вероятности:

$$P(0 < x < 0,01) = \left[ \hat{O}_0\left(\frac{0,01-0,25}{0,35}\right) - \hat{O}_0\left(\frac{0-0,25}{0,35}\right) \right] / 0,75 = 0,013,$$

$$P(0,01 < x < r) + P(r < x < 1) = 1;$$

отсюда следует:

$$k \left[ \Phi_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right) - \Phi_0\left(\frac{0,01-0,25}{0,35}\right) \right] = \Phi_0\left(\frac{1-0,25}{0,35}\right) - \Phi_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right),$$

$$k \cdot \hat{O}_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right) + \hat{O}_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right) = \hat{O}_0\left(\frac{1-0,25}{0,35}\right) + k \cdot \hat{O}_0\left(\frac{0,01-0,25}{0,35}\right),$$

$$\hat{O}_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right)(k+1) = \hat{O}_0\left(\frac{1-0,25}{0,35}\right) + k \cdot \hat{O}_0\left(\frac{0,01-0,25}{0,35}\right).$$

Разрешим это уравнение относительно  $r$ :

$$\Phi_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right) = \frac{\Phi_0\left(\frac{1-0,25}{0,35}\right) + k \cdot \Phi_0\left(\frac{0,01-0,25}{0,35}\right)}{1+k}.$$

После чего  $r$  легко определяется с помощью таблиц функции Лапласа.

В качестве иллюстрации выберем  $k = 1$ , тогда

$$\Phi_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right) = \frac{\Phi_0(2,14) + 1 \cdot \Phi_0(-0,69)}{2},$$

$$\Phi_0\left(\frac{r-0,25}{0,35}\right) = \frac{0,4838 - 0,2549}{2}.$$

Так как  $\Phi_0(0,29) = 0,11$ , то  $\frac{r-0,25}{0,35} = 0,29$ , следовательно,  $r = 0,35$  мм.

В работе была продемонстрирована возможность применения методов теории вероятностей и математической статистики для моделирования процесса фильтрования, которая может быть использована как в научных разработках, так и в производственной практике.

УДК 678

Соиск. А.А. Ковалев

Рук. О.Ф. Шишлов

ОАО «Уралхимпласт», Нижний Тагил

## СИНТЕЗ БИСБЕНСОКСАЗИНА НА ОСНОВЕ КАРДАНОЛА

Бензоксазины – это органические гетероциклические соединения, получаемые при совместной реакции монозамещенных аминов, альдегидов и фенолов [1].

Бензоксазины представляют интерес в качестве мономеров, а также отвердителей фенолформальдегидных и эпоксидных смол.

Использование бензоксазинов в составе древесно-эпоксидных композитов позволяет снизить расход связующих вплоть до 30 % в составе материала [2].

Использование диаминов позволяет получать бисбензоксазины, способные к полимеризации в отсутствие других соединений, кроме того, могут быть получены бисбензоксазины, ассиметричные по фенольным остаткам, что может позволить изменять свойства материалов в более широких пределах [3].

Была предпринята попытка изготовить бисбензоксазин на основе карданола с целью последующей модификации эпоксидных композиций для изготовления различных древесных материалов без использования растворителя.

При использовании в качестве исходных реагентов карданола, этилендиамина и формальдегида ожидается, что к образованию бисбензоксазина карданола (далее ББК) приводит протекание следующей реакции: