

УДК 691+677

**ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПЫЛЕВИДНЫХ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ASSESS THE RESOURCE POTENTIAL OF USING
PULVERIZED LIGNOCELLULOSIC WASTES
FOR PRODUCTION OF BUILDING
COMPOSITE MATERIALS**

И.В. СУСОЕВА, Т.Н. ВАХНИНА, А.М. ИБРАГИМОВ

I.V. SUSOEVA, T.N. VAKHNINA, A.M. IBRAGIMOV

(Костромской государственный университет)

(Kostroma State University)

E-mail: info@kstu.ed.ru

В статье рассмотрено применение дисперсионного анализа для оценки ресурсного потенциала использования пылевидных лигноцеллюлозных отходов для производства строительных композиционных материалов. Исходя из однородности дисперсий во всех точках плана, можно прогнозировать, что при изготовлении текстильной продукции не будет значимых скачков объемов лигноцеллюлозного сырья для производства плитных композиционных материалов.

The article considers analysis of variance to assess the resource potential of using pulverized lignocellulosic wastes for production of building composite materials. On the basis of the homogeneity of variance at all points of the plan, it is possible to predict that in the manufacture of textile products will not be significant fluctuations of volumes of lignocellulosic feedstocks for the production of raft of composite materials.

Ключевые слова: строительные композиционные материалы, лигноцеллюлозные отходы.

Keywords: composite construction materials, lignocellulosic wastes.

Для количественной оценки объемов пылевидных отходов выполнено экспериментальное исследование определения интенсивности пылеосаждения в условиях действующего производства хлопкового волокна на предприятии ООО СП "Кохлома" [1], [2]. Интенсивность пылеосаждения определяли путем отбора и взвешивания проб осевшей пыли за определенное время [3], [4]. Для обеспечения репрезентативности выборок пробы отбирали в случайном порядке.

Поскольку вид производителя и класс сырья являются качественными факторами, проверку наличия влияния данных факторов на выходную величину – интенсивность пылеосаждения – выполняли с использованием двухфакторного дисперсионного анализа.

План и результаты экспериментального исследования влияния факторов процесса производства хлопкового волокна на интенсивность пылеосаждения I_{oc} , мг/м²·с, приведены в табл. 1.

Фактор А – страна-производитель хлопкового волокна.

Уровни фактора А: a_1 – Казахстан; a_2 – Туркменистан; a_3 – Киргизия; a_4 – Таджикистан.

Фактор В – класс хлопкового волокна.

Уровни фактора В: b_1 – средний; b_2 – хороший.

В каждой точке плана, то есть при каждом сочетании уровней факторов А и В, было взято $n = 10$ проб интенсивности пылеосаждения.

Т а б л и ц а 1

Уровни фактора В, $i = 2$	Интенсивность пылеосаждения I_{oc} , мг/м ² ·с, в испытаниях на уровнях фактора А, $j = 4$			
	a_1	a_2	a_3	a_4
b_1	0,76; 0,5; 0,82; 0,85; 0,82; 0,86; 0,78; 0,81; 0,84; 0,83	1,14; 1,03; 1,23 1,11; 1,07; 1,04; 1,04; 1,07; 1,14; 1,25	1,22; 1,05; 1,12; 1,15; 1,21; 1,16; 1,18; 1,22; 1,01; 1,23	1,26; 1,13; 1,22; 1,25; 1,02; 1,06; 1,08; 1,11; 1,24; 1,23
b_2	0,78; 0,86; 0,90; 0,87; 0,81; 0,77; 0,85; 0,83; 0,92; 0,95	1,2; 1,29; 1,12; 1,25; 1,22; 1,18; 1,12; 1,21; 1,12; 1,03	1,06; 0,83; 0,92; 0,94; 0,82; 1,04; 1,03; 1,09; 0,94; 0,93	1,06; 1,23; 1,22; 1,15; 1,22; 1,06; 1,18; 1,21; 1,24; 1,23

Результаты эксперимента обрабатывали согласно методике двухфакторного дисперсионного анализа [4], [5]. В каждой точке плана (при каждом сочетании уровней факторов) были определены статистические параметры выборок – средние арифметические \bar{Y}_{ij} и дисперсии выборок S^2_{ij} . Резуль-

таты статистической обработки экспериментальных данных в каждой точке плана приведены в табл. 2. Средние по каждому уровню фактора А \bar{Y}_{aj} определяли как средние по столбцам, средние по уровням фактора В \bar{Y}_{bi} – как средние по строкам.

Т а б л и ц а 2

Уровень фактора	Статистические параметры интенсивности пылеосаждения I_{oc} , мг/м ² ·с, для производителя *				
	a_1	a_2	a_3	a_4	Среднее по уровню фактора В \bar{Y}_{bi}
b_1	0,832/0,051	1,112/0,078	1,155/0,075	1,16/0,089	1,064
b_2	0,854/0,058	1,174/0,076	0,96/0,093	1,18/0,068	1,042
Среднее по уровню фактора А \bar{Y}_{aj}	0,843	1,143	1,057	1,17	1,053

П р и м е ч а н и е. Над чертой – среднее арифметическое выборки, под чертой – дисперсия выборки.

Проверку однородности дисперсий в каждой точке плана проводили по критерию Кохрена. Расчетное значение критерия Кохрена G_p определяли по формуле:

$$G_p = S_{\max}^2 / \sum_{i=1}^{km} S_i^2, \quad (1)$$

где km – число сочетаний уровней фактора А и В (число выборок); S_i^2 – дисперсия i -й выборки; S_{\max}^2 – наибольшая из km дисперсий; k – количество уровней фактора А; m – количество уровней фактора В.

Т а б л и ц а 3

Компонента дисперсии	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Дисперсия
Между средним по столбцам	$Q_1 = nm \sum_{j=1}^k (\bar{Y}_{aj} - \bar{Y})^2$	$f_1 = k - 1$	$S_A^2 = \frac{Q_1}{k - 1}$
Между средним по строкам	$Q_2 = nk \sum_{i=1}^m (\bar{Y}_{bi} - \bar{Y})^2$	$f_2 = m - 1$	$S_B^2 = \frac{Q_2}{m - 1}$
При взаимодействии между факторами	$Q_3 = n \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{bi} - \bar{Y}_{aj} + \bar{Y})^2$	$f_3 = (k - 1)(m - 1)$	$S_{AB}^2 = \frac{Q_3}{(k - 1)(m - 1)}$
Внутри партии (остаточная)	$Q_4 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k \sum_{v=1}^n (Y_{ijv} - \bar{Y}_{ij})^2$	$f_4 = km(n - 1)$	$S_n^2 = \frac{Q_4}{km(n - 1)}$ $S_n^2 = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m S_{ij}^2}{km}$
Полная	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m \sum_{v=1}^n (Y_{ijv} - \bar{Y})^2$	$f = kmn - 1$	$S^2 = \frac{Q}{kmn - 1}$

Табличное значение критерия Кохрена G_T определяли [4] по уровню значимости $q=0,05$, количеству выборок km и числу степеней свободы каждой выборки $f = n - 1$.

$G_p = 0,158$; $G_T = 0,29$. Поскольку выполняется соотношение $G_p \leq G_T$, то дисперсии всех $km = 8$ выборок однородны.

Суммы квадратов и дисперсии вычисляли по формулам, представленным в табл. 3.

С использованием критерия Фишера была проверена гипотеза об отсутствии взаимодействия между факторами "вид произ-

водителя" и "класс сырья" (А и В). Расчетное значение критерия Фишера F_p определяли по формуле:

$$F_p = \frac{S_{AB}^2}{S_n^2}, \quad (2)$$

где S_{AB}^2 – дисперсия взаимодействия между факторами А и В; S_n^2 – дисперсия внутри партии (остаточная).

Результаты расчета компонент дисперсий приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Компоненты дисперсии	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Дисперсия
Между средним по столбцам	$Q_1 = 1,3181$	$f_1 = 3$	$S_A^2 = 0,4394$
Между средним по строкам	$Q_2 = 0,00968$	$f_2 = 1$	$S_B^2 = 0,00968$
При взаимодействии между факторами	$Q_3 = 0,203$	$f_3 = 3$	$S_{AB}^2 = 0,0676$
Внутри партии	$Q_4 = 5,292$	$f_4 = 72$	$S_n^2 = 0,0735$
Полная	$Q = 6,818$	$f = 79$	$S^2 = 0,086$

Табличное значение критерия Фишера $F_T(q, f_3, f_4)$ определяли по уровню значимости $q = 0,05$, числу степеней свободы дисперсии взаимодействия между факторами $f_3 = (k-1)(m-1)$ и числу степеней свободы остаточной дисперсии $f_4 = km(n-1)$.

$F_p = 0,0676/0,0732 = 0,92$; табличное значение критерия Фишера $F_T = 2,74$ (при $q = 0,05$; $f_3 = 3$; $f_4 = 72$). Поскольку выполняется условие $F_p \leq F_T$, подтверждается гипотеза об отсутствии взаимодействия между факторами А и В.

Объединенную оценку дисперсии определяли по формуле:

$$S_0^2 = \frac{Q_3 + Q_4}{f_3 + f_4}. \quad (3)$$

Число степеней свободы объединенной дисперсии:

$$\begin{aligned} f_0 &= f_3 + f_4. \\ S_0^2 &= \frac{0,203 + 5,292}{3 + 72} = 0,0732, \\ f_0 &= 75. \end{aligned} \quad (4)$$

Для оценки значимости влияния на интенсивность пылеосаждения вида производителя (фактора А) и класса сырья (фактора В) была проверена однородность дисперсии фактора А и объединенной дисперсии и фактора В и объединенной дисперсии. Расчетное значение критерия Фишера определяли как отношение дисперсии фактора к объединенной дисперсии. Табличное значение критерия Фишера $F_{T1}(q, f_1, f_0)$ определяли по уровню значимости, числу степеней свободы дисперсии фактора и числу степеней свободы объединенной дисперсии: $F_T(q = 0,05, f_1 = 3, f_0 = 75) = 2,75$. Расчетное значение критерия Фишера:

$$F_{PA} = \frac{0,438}{0,0732} = 5,983.$$

Поскольку выполняется условие $F_p > F_T$, фактор А (производитель хлопкового волок-

на) влияет значимо на интенсивность пылеосаждения.

$$F_{PB} = \frac{0,00968}{0,0732} = 0,132; F_T = 3,9; F_p < F_T,$$

фактор В (класс сырья) влияет незначимо на интенсивность пылеосаждения.

В целом можно отметить, что в рамках данной выборки большее влияние на интенсивность пылеосаждения оказывает производитель хлопкового сырья; при этом класс хлопкового сырья, влияющий на качество продукции текстильного предприятия, на количество невозвратных отходов не оказывает значимого влияния.

Причинами того, что большее влияние на интенсивность пылеосаждения оказывают страны-производители хлопкового волокна, может быть влияние на формирование лигноцеллюлозного комплекса волокнистых материалов ряда природных факторов: состава почвы, количества солнечных дней, баланса воды в процессе роста.

ВЫВОДЫ

Исходя из однородности дисперсий интенсивности пылеосаждения во всех точках плана, можно прогнозировать, что при изготовлении текстильной продукции не будет значимых скачков объемов лигноцеллюлозного сырья для производства плитных композиционных материалов. Таким образом, не требуются большие объемы межоперационных запасов сырья для компенсации неравномерности его поступления.

Усредненное количество невозвратных пылевидных отходов можно брать в расчеты количества сырья для производства композиционных строительных плитных материалов применительно к типовому текстильному предприятию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахнина Т.Н. Древесно-стружечные плиты строительного назначения // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2009, №20. С. 28...31.
2. Вахнина Т.Н. Формирование свойств древесных плитных материалов для использования в строительных конструкциях // Жилищное строительство. – 2009, № 6. С.10...12.

3. Сусоева И.В., Букалов Г.К. Оценка соответствия терминов "текстильные отходы" и "пожаровзрывоопасные пыли" // Сб. тр. IV Междунар. научн. эколог. конф.: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар: КубГАУ, 2015. С.559.

4. Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5. С.134.

5. Шеффе Г. Дисперсионный анализ / Пер. с англ. – М., 1963.

REFERENCES

1. Vakhnina T.N. Drevesno-struzhechnye plity stroitel'nogo naznacheniya // Vestnik Kostromskogo gos. tekhnolog. un-ta. – 2009, №20. S. 28...31.

2. Vakhnina T.N. Formirovanie svoystv drevesnykh plitnykh materialov dlya ispol'zovaniya v stroitel'nykh konstruksiyakh // Zhilishchnoe stroitel'stvo. – 2009, №6. S. 10...12.

3. Susoeva I.V., Bukalov G.K. Otsenka sootvetstviya terminov "tekstil'nye otkhody" i "pozharovzryvoopasnye pyli" // Sb. tr. IV Mezhdunar. nauchn. ekolog. konf.: Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva. – Краснодар: KubGAU, 2015. S.559.

4. Susoeva I.V. Novyy sposob izmereniya intensivnosti pyleosazhdeniya na tekstil'nom predpriyatii // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2014, №5. S.134.

5. Sheffe G. Dispersionnyy analiz / Per. s angl. – М., 1963.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 06.02.17.