

УДК 674.815 : 631.572

**ВИЗНАЧЕННЯ НАСИПНОЇ ЩІЛЬНОСТІ РОЗФРАКЦІЙОВАНОЇ
СОЛОМ'ЯНОЇ СТРУЖКИ**

Козак Р.О. канд. техн. наук, доцент
(Національний лісотехнічний університет України)

Експериментально визначено значення насипної щільності солом'яної стружки фракцій -/5,0; 5,0/3,15; 3,15/2,0; 2,0/1,25; 1,25/0,63; 0,63/0,315; 0,315/0 чотирьох основних видів злаків – пшениці, жита, вівса, ячменю. Встановлено, що насипна щільність різних видів соломи в межах одної фракції стружки відрізняється не суттєво. Отримано залежність насипної щільності солом'яної

стружки від її еквівалентного діаметра. Графічно описано залежність насипної щільності солом'яної стружки від ступеня її поздовжнього подрібнення і співвідношення між її довжиною та діаметром.

Ключові слова: насипна щільність, солом'яна стружка, фракційний аналіз, еквівалентний діаметр.

Вступ. Попит на деревинні композити (зокрема плити) у світі щорічно збільшується приблизно на 4%. Поза сумнівом, цей попит значно зростатиме в майбутньому [1]. Однак, швидкі темпи споживання деревини як сировини для деревинних композитів призведуть до знеліснення та порушення природних екосистем.

Рослинна сировина сільськогосподарського виробництва є придатною для виробництва композиційних матеріалів і багато її видів знайшли застосування як армувальні та наповнюючі добавки для виготовлення конструкційних матеріалів, що використовуються переважно в будівництві [2-6].

Злакова солома є відходами сільського господарства, але через велику кількість целюлози може бути альтернативною сировиною для виробництва стружкових плит. У США, після багаси, злакову солому вважають другим найпридатнішим сільськогосподарським волокном для виготовлення деревинних композитів [7]. Однак, через незначне використання соломи для виготовлення стружкових плит її окремі властивості, зокрема насипна щільність стружки, є малодослідженими.

Зважаючи на те, що насипна щільність є важливим параметром технологічного процесу виготовлення стружкових плит, а її значення в основному залежать від виду і фракційного складу сировини, визначення значень насипної щільності різних фракцій стружки з соломи основних видів злаків є актуальним.

Експериментальні методи. Солома хлібних злаків (вівсяна, пшенична, ячмінна і житня) окремо подрібнювалась спочатку на соломорізці, а потім на молотковому млині.

Розфракціювання солом'яної стружки здійснювалось за допомогою лабораторного ситоаналізатора марки Retsch AD 200 Basis впродовж 30 хв. Операція розфракціювання вважалася закінченою, коли під час контрольного просіювання за 1 хв кількість матеріалу, що пройшла крізь сито, не перевищувала 1% кількості, яка залишилась на ситі. Отримані фракції -/5,0; 5,0/3,15; 3,15/2,0; 2,0/1,25; 1,25/0,63; 0,63/0,315; 0,315/0 пакувались окремо.

Визначення насипної щільності стружки здійснювалось для кожної фракції і виду соломи окремо. Спочатку стружка зважувалась на електронній вазі AXIS AD 2000 з абсолютною похибкою вимірювання не більше $\pm 0,01$ г після чого визначався її насипний об'єм в мірному циліндрі об'ємом 5 дм^3 з відношенням висоти до діаметра 0,5:1,0. Значення насипної щільності солом'яної стружки визначали за формулою [8]:

$$\rho_{\text{нас}} = \frac{m_{\text{ч}}}{V_{\text{нас}}} \quad (1)$$

де $V_{нас}$ – об’єм насипного шару стружки, м³; m_c – маса частинок, кг.

Результати та обговорення. На основі експериментальних досліджень отримано значення насипної щільності солом’яної стружки які наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Значення насипної щільності в кг/м³ для різних фракцій солом’яних частинок

Вид соломи	-/5,0	5,0/3,15	3,15/2,0	2,0/1,25	1,25/0,63	0,63/0,315	0,315/0
Пшениця	41,55	62,65	97,47	113,56	120,48	132,45	138,91
Овес	37,50	74,35	97,66	120,39	160,51	171,47	181,53
Ячмінь	40,22	66,37	86,42	92,65	100,60	103,31	111,19
Жито	36,13	67,61	94,36	112,98	131,52	138,57	144,33
Середнє значення	39,76	67,79	93,85	108,87	127,20	135,74	143,88

Аналізуючи дані табл. 1, встановлено, що насипна щільність частинок одної фракції різних видів соломи відрізняється несуттєво. До того ж в технологічному процесі виготовлення стружкових плит важко відокремлювати окремі види солом’яних частинок. Тому доцільніше користуватися усередненим значенням насипної щільності солом’яних частинок, не виділяючи кожний вид соломи окремо.

У технологічних розрахунках значення номера фракції використовувати незручно, тому його можна замінити показником еквівалентного діаметра частинки, який поєднує розміри отворів сит при фракційному аналізі частинок, з формою і розмірами частинок і наведений в табл. 2.

Таблиця 2. Значення середньоарифметичного розміру отворів сит й еквівалентного діаметра солом’яних частинок окремих фракцій [9]

Параметри	Фракції				
	5,0/3,15	3,15/2,0	2,0/1,25	1,25/0,63	0,63/0,315
Середньоарифметичний діаметр отворів сит, мм	4,075	2,575	1,625	0,940	0,473
Еквівалентний діаметр, мм	2,3833	1,1826	0,6968	0,4188	0,2547

Використовуючи експериментальні дані табл. 1 та значення еквівалентного діаметра табл. 2 отримано залежність насипної щільності солом’яних частинок від їх еквівалентного діаметра, яка наведена на рис. 1.

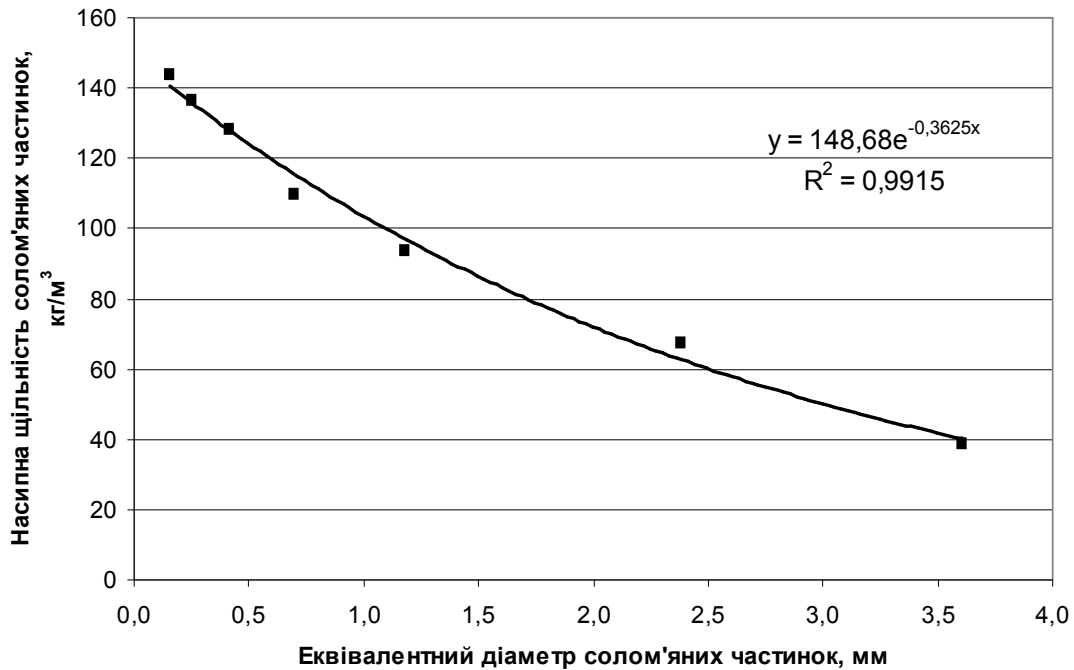


Рисунок 1. Залежність насипної щільності солом'яних частинок від їх еквівалентного діаметра.

Як видно з рис. 1 крива залежності насипної щільності солом'яних частинок від еквівалентного діаметра описується експоненціальною функцією. При збільшенні еквівалентного діаметра насипна щільність зменшується.

Для розуміння впливу розмірів і форми частинок на їх насипну щільність показник еквівалентного діаметра частинки можна розписати через довжину, діаметр солом'яних частинок і ступінь їх поздовжнього подрібнення (коефіцієнт поздовжньої частки частинки) згідно формул [9]:

- для частинки трубчатої форми:

$$d_e = \frac{3 \cdot l \cdot (d_c - d_n)}{2 \cdot l + d_c - d_n} \quad (2)$$

- для частинок форми відмінної від трубки:

$$d_e = \frac{1,5 \cdot \pi \cdot n \cdot l \cdot (d_c^2 - d_n^2)}{0,5 \cdot n \cdot \pi \cdot (d_c + d_n) \cdot (2 \cdot l + d_c - d_n) + d_c - d_n} \quad (3)$$

де n – коефіцієнт, що враховує поздовжню частку солом'яної частинки ($n = 1$ для частинки з формою трубки; $n = 1/2$ для частинки з формою півтрубки і т.д.); l – довжина солом'яної частинки, мм; d_c і d_n – відповідно зовнішній і внутрішній діаметри тіла солом'яної частинки, мм.

Залежність насипної щільності солом'яних частинок від ступеня їх поздовжнього подрібнення і співвідношення між їх довжиною та діаметром наведені на рис. 2.

Згідно з рис. 2 найбільші значення насипної щільності солом'яних частинок досягаються при однакових розмірах довжини і діаметра солом'яної частинки

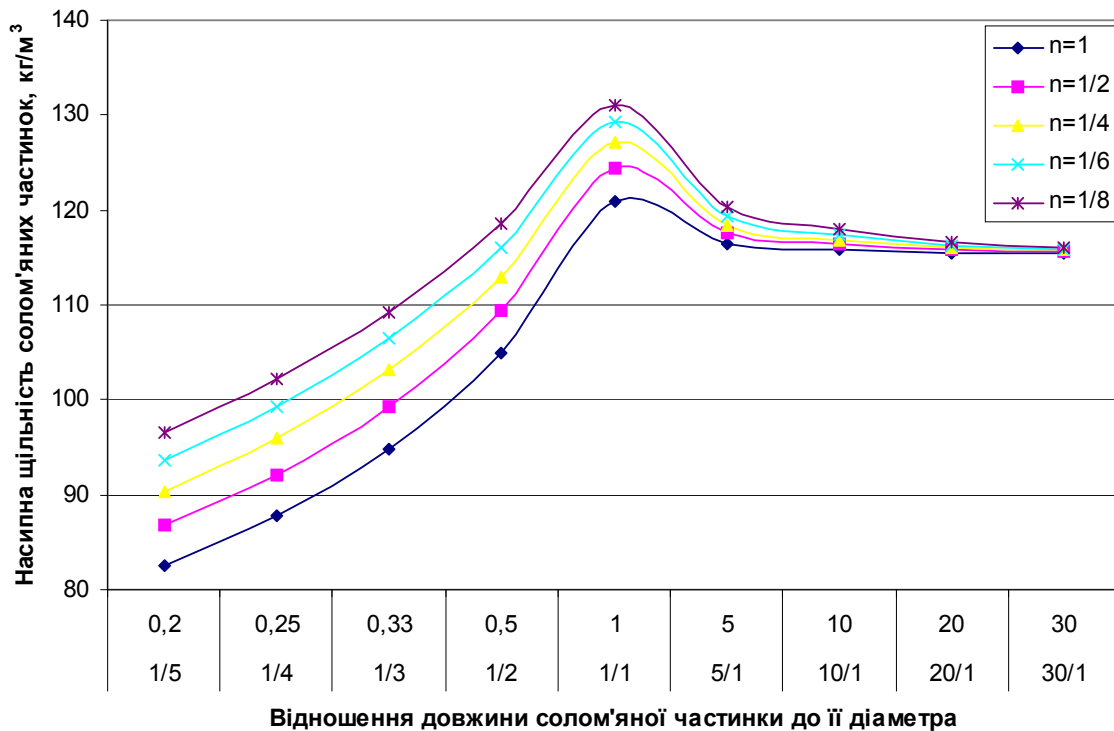


Рисунок 2. Залежність насипної щільності солом'яних частинок від ступеня їх поздовжнього подрібнення і співвідношення між їх довжиною та діаметром.

(відношення довжини солом'яної частинки до її діаметра дорівнює одиниці). Відхилення цього відношення від одиниці призводить до зменшення насипної щільності частинок. Однак, збільшення діаметра солом'яних частинок спричиняє стрімкіше зменшення їх насипної щільності порівняно із збільшенням їх довжини. До того ж, динаміка зменшення насипної щільності солом'яних частинок суттєво сповільнюється після того, як співвідношення довжини до діаметра солом'яних частинок досягне значень більше 5/1. Поздовжнє подрібнення солом'яної частинки сприяє збільшенню насипної щільності. Чим менший коефіцієнт поздовжньої частки частинок, тим більша їх насипна щільність. Однак, вплив поздовжнього подрібнення частинок на величину насипної щільності є неоднаковим. При збільшенні поздовжнього подрібнення частинок, коли діаметри частинок є більшими за їх довжину, насипна щільність частинок зростає більше, ніж тоді, коли довжина частинок є більшою за їх діаметри.

Висновки. На основі експериментальних досліджень встановлено, що насипна щільність частинок одної фракції різних видів соломи відрізняється несуттєво й доцільніше користуватися усередненим значенням насипної щільності солом'яних частинок, не виділяючи кожний вид соломи окремо. Найбільші значення насипної щільності солом'яних частинок досягаються при однакових розмірах довжини і діаметра солом'яної частинки. Збільшення діаметра солом'яних частинок спричиняє стрімкіше зменшення їх насипної щільності порівняно із збільшенням їх довжини. Поздовжнє подрібнення

солом'яної частинки сприяє збільшенню насипної щільності. Чим менший коефіцієнт поздовжньої частки частинок, тим більша їх насипна щільність.

Список літератури

1. Бехта П.А. Деревинно-солом'яні плити: проблеми і можливості / П.А. Бехта // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2007. – Вип. 5. – С. 127-130.
2. Баум М.Ю. Изготовление стружечных плит из виноградной лозы / М.Ю. Баум, Н.П. Новак // Плиты и фанера. – 1974. – № 10. – С. 9-10.
3. Плиты на минеральном вяжущем с использованием костры / М.Н. Волчанова, А.А. Леонов, А.М. Фаренюк [и др.] // Плиты и фанера. – 1983. – №4. – С. 16.
4. Гончаров Н.А. Плиты из стеблей хлопчатника / Н.А. Гончаров, В.М. Курдюмова // Плиты и фанера. – 1981. – № 3. – С. 14-15.
5. Караськов Г.И. Плиты из костры / Г.И. Караськов, Е.М. Сизова // Плиты и фанера. – 1980. – № 4. – С. 14-15.
6. Филонов А.А. Исследование возможности замены древесного сырья в производстве древесностружечных плит подсолнечной лузгой : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук / А.А. Филонов. – Воронеж, 1970. – 20 с.
7. Rowell R.M. Paper and Composites from Agro-Based Resources / R.M. Rowell, R.A. Young, J.K. Rowell. – Boca Raton, New York, Tokyo : CRC Lewis Publishers, 1997. – 464 p.
8. Расчеты аппаратов кипящего слоя : справочник / под ред. И.П. Мухленова, Б.С. Сажина, В.Ф. Фролова. – Л. : Химия, 1986. – 352 с.
9. Kozak R.O. Determination of the equivalent diameter and specific straw particles surface / R.O. Kozak // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – 2014. – Vol. 40. – P. 5-9.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ФРАКЦИОНИРОВАННОЙ СОЛОМЕННОЙ СТРУЖКИ

Козак Р.О.

Експериментально определены значения насыпной плотности соломенной стружки фракций -/5,0; 5,0/3,15; 3,15/2,0; 2,0/1,25; 1,25/0,63; 0,63/0,315; 0,315/0 четырех основных видов злаков – пшеницы, ржи, овса, ячменя. Установлено, что насыпная плотность различных видов соломы в пределах одной фракции стружки отличается незначительно. Получена зависимость насыпной плотности соломенной стружки от ее эквивалентного диаметра. Графически описано зависимость насыпной плотности соломенной стружки от степени ее продольного измельчения и соотношения между ее длиной и диаметром.

Ключевые слова: насыпная плотность, соломенная стружка, фракционный анализ, эквивалентный диаметр.

Abstract

DETERMINATION OF THE STRAW PARTICLES BULK DENSITY AFTER FRACTIONAL ANALYSIS

Kozak R.O.

The value of the bulk density of straw particles fractions -/5,0; 5,0/3,15; 3,15/2,0; 2,0/1,25; 1,25/0,63; 0,63/0,315; 0,315/0 of the four main types of cereals (wheat, rye, oats, barley) was experimentally determined. It is determined that the bulk density of the different types of straw in the same particles fraction is not very different. The dependence of the bulk density of straw particles on its equivalent diameter was received. Also it was graphically described the dependence of the bulk density of straw particles on its longitudinal comminution degree and the ratio between its length and diameter.

Keywords: *bulk density, straw particles, fractional analysis, equivalent diameter.*

Рецензент: д.т.н., професор Максимів В.М.