

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТРУИ ВОДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ВОДОРЕЗАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Гордиенко А. В., Погребняк А. В., Куксин А. А.

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк

*В статье изучено влияние технологических параметров процесса водорезания на глубину реза твердых пищевых продуктов, а именно скорости перемещения высокоскоростной струи воды над поверхностью пищевого продукта. В результате проведенных экспериментальных исследований установлена зависимость глубины реза твердых пищевых продуктов от скорости перемещения высокоскоростной струи воды над их поверхностью.*

*In article influence of technological parameters of process of water cutting on depth reza firm foodstuff, namely speed of moving of a high-speed stream of water over a foodstuff surface is studied. As a result of the spent experimental researches dependence of depth reza firm foodstuff from speed of moving of a high-speed stream of water over their surface is established.*

**Ключевые слова:** пищевые продукты, водорезание, скорость перемещения высокоскоростной струи воды, глубина реза продукта.

В ходе проведения предварительных экспериментальных исследований по водорезанию пищевых продуктов [1] нами было установлено, что существенное влияние на глубину реза продукта оказывает скорость перемещения высокоскоростной струи воды над его поверхностью  $v_n$ . Поэтому появляется необходимость проведения экспериментов по установлению основных закономерностей зависимости глубины реза продукта от скорости перемещения высокоскоростной струи воды над его поверхностью  $v_n$ .

Целью работы является установление влияния скорости перемещения высокоскоростной струи воды над поверхностью пищевого продукта  $v_n$  на глубину его реза.

Экспериментальные исследования проводились на устройстве для водорезания пищевых продуктов [2] с образцами филе хека со средним значением предельного напряжения сдвига  $\Phi_0 = 1,54$  кПа, на образцах кости со средним значением предельного напряжения сдвига  $\Phi_0 = 4,3 \cdot 10^3$  кПа и фарша из хека со средним значением предельного напряжения сдвига  $\Phi_0 = 3,11$  кПа при давлении воды  $P_0 = 150, 200, 250$  и  $300$  МПа, диаметре отверстия струеформирующей насадки  $d_0 = 0,4 \cdot 10^{-3}$  м и расстоянии между срезом струеформирующей насадки и поверхностью разрезаемого образца пищевого продукта  $l_0 = 5 \cdot 10^{-3}$  м. Скорость перемещения высокоскоростной струи воды относительно образца пищевого продукта  $v_n$  составляла  $1, 5, 10, 25$  и  $50 \cdot 10^{-3}$  м/с.

Результаты выполненных экспериментальных исследований представлены в таблице 1. На основании проведенных опытов были построены графики зависимости  $h$  от  $v_n$ , представленные на рис. 1 – 3. Анализ рис. 1 – 3 показывает, что характер изменения этой зависимости качественно одинаков для образцов продуктов с различными значениями предельного напряжения сдвига.

Из анализа экспериментальных данных, представленных в таблице 1 и рис. 1 – 3 видно, что для всех образцов пищевых продуктов и при всех давлениях воды с увеличением скорости перемещения высокоскоростной струи воды  $v_n$  в исследованных пределах глубина реза продукта  $h$  интенсивно уменьшается.

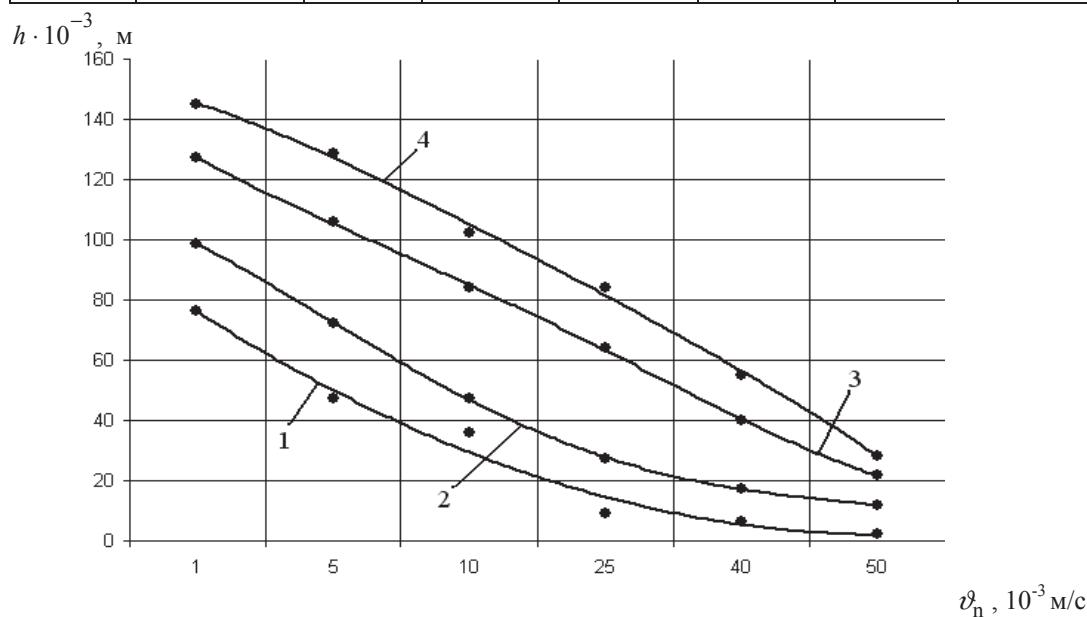
Так, например, при давлении воды  $P_0 = 300$  МПа с ростом скорости перемещения  $v_n$  от 1 до  $50 \cdot 10^{-3}$  м/с глубина реза продукта снижается для фарша из хека со значением предельного напряжения сдвига  $\Phi_0 = 3,11$  и для кости в  $5,6 - 9,7$  раза.

Это объясняется тем, что при малых скоростях перемещения высокоскоростной струи воды плотность распределения энергии струи воды, приходящейся на единицу длины реза продукта, велика. В результате этого получается рез большей глубины, и наоборот, при больших скоростях перемещения плотность распределения энергии струи воды уменьшается, а следовательно, уменьшается и глубина реза.

Из анализа полученных экспериментальных данных также видно, что при увеличении предельного напряжения сдвига пищевых продуктов при прочих одинаковых режимных условиях имеет место соответствующее уменьшение глубины реза  $h$ . Это объясняется тем, что резание более твердых пищевых продуктов требует более высоких удельных затрат энергии.

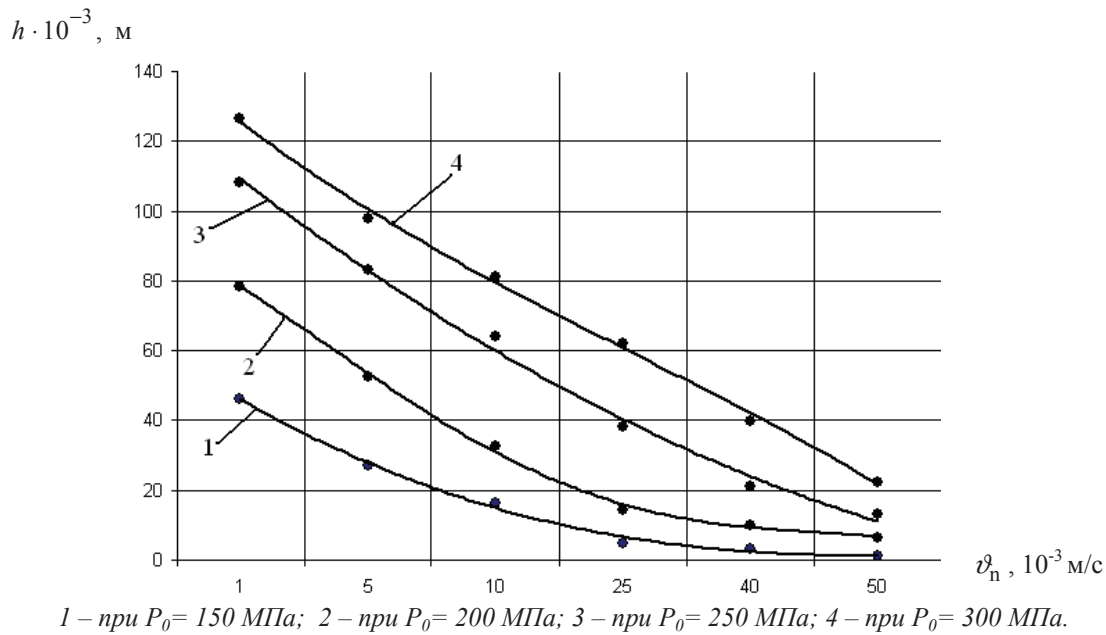
**Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований влияния скорости перемещения высокоскоростной струи воды над поверхностью пищевых продуктов  $v_n$  на глубину их реза**

№ серии опытов	$\phi_0$ , кПа	$P_0$ , МПа	Глубина реза $h$ , $10^{-3}$ м					
			$v_n$ , $10^{-3}$ м/с					
			1	5	10	25	40	50
1	1,54	150	76,4	47,1	36,1	9,2	6,25	2,3
		200	98,6	72,3	47,2	27,4	17,25	11,8
		250	127,2	105,7	84,1	64,1	40	21,7
		300	145,1	128,6	102,4	84,2	55	28,4
2	3,11	150	46,2	27,2	16,5	4,9	3,25	1,1
		200	78,5	52,6	32,6	14,3	10,1	6,5
		250	108,0	83,2	64,2	38,0	20,9	13,2
		300	126,3	98,0	81,3	62,2	39,8	22,4
3	$4,3 \cdot 10^3$	150	24	13,8	9,7	1,2	1,3	0,5
		200	36,5	22,1	13,4	3,9	2,5	1,6
		250	53,1	36,3	25,2	7,1	5	2,8
		300	93,2	63,4	40,3	23,6	13,3	9,6

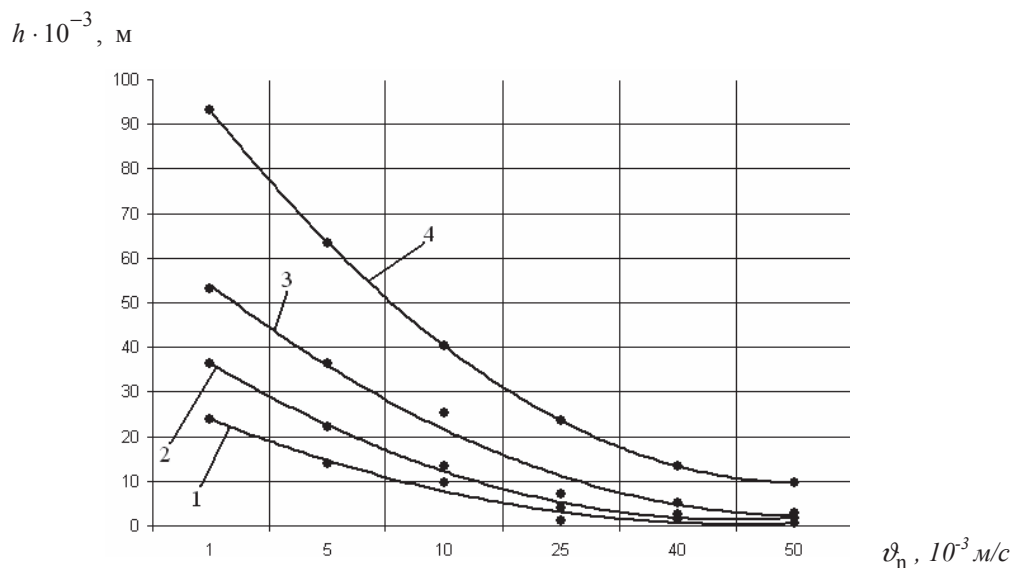


1 – при  $P_0 = 150$  МПа; 2 – при  $P_0 = 200$  МПа; 3 – при  $P_0 = 250$  МПа; 4 – при  $P_0 = 300$  МПа.

**Рис. 1 – Зависимость глубины реза филе хека с  $\phi_0 = 1,54$  кПа  $h$  от скорости перемещения высокоскоростной струи воды над его поверхностью  $v_n$**



**Рис. 2 – Зависимость глубины реза фарша из хека с  $\phi_0 = 3,11$  кПа  $h$  от скорости перемещения высокоскоростной струи воды над его поверхностью  $v_n$ .**



**Рис. 3 – Зависимость глубины реза кости с  $\phi_0 = 4,3 \cdot 10^3$  кПа  $h$  от скорости перемещения высокоскоростной струи воды над ее поверхностью  $v_n$**

**Выводы**

В результате экспериментальных исследований влияния скорости перемещения высокоскоростной струи воды над поверхностью пищевого продукта  $v_n$  на глубину его реза  $h$  установлено, что глубина реза продукта уменьшается с возрастанием скорости перемещения высокоскоростной струи воды во всем интервале ее значений. Перспективами дальнейших исследований в данном направлении является определение оптимальных параметров водорезного оборудования, что позволит повысить качество водорезания и его производительность.

### Література

1. Гордієнко А. В. Основные параметры, влияющие на водорезание пищевых продуктов/ А. В. Гордієнко// Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: VI Міжнародний науково-технічний конгрес, Святогірськ, 2009 р.: тези доп. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. – С. 4 – 6.
2. Гордієнко О. В. Дослідження процесу водорізання харчових матеріалів і продуктів/ О. В. Гордієнко, А. В. Погребняк // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. – Донецьк, ДонНУЕТ, 2008. – Вип. 18. – С. 280-287.

УДК 664.682.003.12:664.641.15

## ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЗАМІННИКА НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА ДЛЯ ВІДКОРМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН НА ОСНОВІ ЕКСТРУДЕРА

Долінський А.А., д-р. техн. наук, акад. НАНУ, Шурчкова Ю.О. д-р. техн. наук, головний науковий співробітник, Ганзенко В.В. канд. техн. наук, ст. наук. співробітник,  
Радченко Н.Л. мол. наук. співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України (ІТТФ НАН України)

*В статті наведено результати досліджень впливу екструзійного способу обробки на амінокислотний склад, фізико-хімічні та мікробіологічні показники при отриманні замітника незбираного молока, а також результати випробувань на тваринах. Авторами обґрунтовано доцільність застосування екструзійної обробки у виробництві замітника незбираного молока.*

*In the article the results of researches of influence of extrusion method of treatment are resulted on amino acid composition, physical and chemical and microbiological indexes at the receipt of substitute of full-milk, and also results of tests on zoons. By authors grounded expedience of application of extrusion treatment in the production of substitute of full-milk.*

**Ключові слова:** екструдер, екструдат соєвий, замітник незбираного молока.

Основними вимогами у виробництві кормів є їх збалансований білково-вітамінний та мінеральний склад. Вміст білку при цьому у кормах має становити на менше 25 %, жиру не менше 12 %. У зв'язку з цим розробка рецептур та технологій виробництва являється найважливішою задачею для розвитку тваринної галузі. Не менш важливою характеристикою будь-якого корму є його рівень засвоєння [1]. На цей показник впливає як стан білкової і вуглеводневої структури, так і висока дисперсність продукту [2]. Одним з шляхів отримання корму такої якості є технологія з використанням екструзійної обробки.

Тому в ІТТФ НАНУ було проведено дослідження впливу екструзійної обробки при виробництві кормів та за результатами розроблено нову технологію і рецептуру отримання концентрованого пастоподібного корму.

Технологія здійснюється наступним чином: боби сої з необхідним вологовмістом подаються в екструдер для високотемпературної термообробки. Паралельно проводиться підготовка інших компонентів: здійснюється розтоплення тваринного жиру, який потім змішується зі згущеною сироваткою, сухим знежиреним молоком та фосфатами. На виході з філь'єри екструдера гаряча маса миттєво змішується з підготовленими рідкими компонентами. Змішування здійснюється без контакту з навколишнім середовищем в спеціально розробленій в ІТТФ системі рідинного охолодження. Після чого пастоподібна суміш подається в гомогенізатор, де гомогенізується при температурі 100 °С. При температурі 100 °С продукт подається на пакування. Термін зберігання за умов герметичності упаковки при 0...+4 °С складає 4 місяці.

Завдяки теплоті, що виділяється під час екструзії та рідинному охолодженню не потрібно здійснювати додаткове догрівання продукту з метою знищення шкідливої мікрофлори. Крім цього, технологія з використанням екструдера дозволяє суміщати декілька технологічних операцій в одному апараті, зокрема, транспортування оброблюваного матеріалу, його подрібнення та перемішування з одночасною високотемпературною обробкою, забезпечує безперервність процесу виробництва, високий рівень автоматизації та високу продуктивність при малих габаритах. На виході з екструдера за рахунок миттєвого перепаду тиску та температури, відбувається миттєве випаровування води "декомпресійний вибух". При переході води, що міститься у продукті в стан пари виділяється значна кількість енергії і відбувається деструкція клітинної структури, що суттєво впливає на властивості продукту.