



УДК 661.122: 661.123:615.015.14

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКА ЦИНКА ОКСИДА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ТВЕРДОФАЗНОЙ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

**А.А. ХАБАРОВ¹, Е.В. БУДКО¹
Е.Т. ЖИЛЯКОВА², О.О. НОВИКОВ²
М.Ю. НОВИКОВА², Н.Н. ПОПОВ²
О.А. ВАНХИН³**

¹⁾ Курский государственный
медицинский университет

²⁾ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет

³⁾ Старооскольский филиал
Белгородского государственного
национального исследовательского
университета

e-mail: EZhilyakova@bsu.edu.ru

В статье представлены результаты исследования изменения технологических характеристик порошка цинка оксида в процессе его твердофазной механохимической обработки. Определены сыпучесть, угол естественного откоса, насыпная плотность, относительная плотность, пористость порошка цинка оксида до и после его механохимической обработки.

Установлено улучшение технологических характеристик порошка цинка оксида с увеличением времени его механообработки. Выявленные эффекты могут быть использованы для оптимизации технологических процессов при производстве лекарственных препаратов на основе цинка оксида.

Ключевые слова: цинка оксид, механохимия, технологические характеристики.

Введение. В настоящее время по-прежнему остается актуальной проблема дерматологических патологий. Заболевания кожи и косметические недостатки зачастую отражаются в поведении человека, приводя его к развитию депрессивных состояний вплоть до развития психозов, особенно в молодом возрасте. Большинство кожных болезней и патологий слизистых оболочек так или иначе связано с заболеваниями эндокринной системы, внутренних органов. Из этого следует, что терапия и профилактика дерматологических заболеваний требует особого тщательного внимания [5].

В составах лекарственных препаратов, применяемых в дерматологии, по-прежнему широко используется цинка оксид (ZnO) – амфотерный оксид, белый или белый с желтоватым оттенком аморфный порошок без запаха. Поглощает из воздуха углекислый газ. Практически нерастворим в воде и этаноле, растворим в разведенных минеральных кислотах и уксусной кислоте, в растворах щелочей [7].

Цинка оксид – основной компонент ряда комплексных дерматологических и косметических средств, входит в состав препаратов: «Борно-цинко-нафталанная паста», «Дактиномицин», «Лассара паста», «Линимент борно-цинковый», «Линкомициновая мазь», «Префузин» гель, «Салициловая мазь», «Салицилово-серно-цинковая паста», «Салицилово-цинковая паста», свечи «Нео-анузол», «Солидоловая мазь», «Теймурова паста», «Фузидин» гель, «Цинко-нафталанная мазь с анестезином», «Цинковая мазь», «Судокрем» и других, а также один из составляющих ряда комплексных дерматологических и косметических препаратов. Обладает противовоспалительным, подсушивающим, адсорбирующим, вяжущим и антисептическим действием, применяется в терапии различных форм дерматита, опрелостей, потницы, поверхностных ран, ожогов, язвенных поражений кожи, пролежней, экземы в стадии обострения, простого герпеса, стрептодермии, трофических язв [6, 7].

Однако, с точки зрения фармацевтической технологии, оксид цинка относится к нетехнологичным порошкам, что создает определенные неудобства при производстве лекарственных препаратов на его основе. Решить эту проблему можно за счет использования инновационных методов модификации известных субстанций с целью улучшения их технологических свойств, в частности, твердофазной механохимической обработки в мельницах различного типа [3, 4].

Механохимические процессы приводят к разупорядочению, аморфизации и полиморфным переходам кристаллических решеток веществ, конформационным превращениям в составляющих решетки молекулах. Эти процессы изменяют реакционную способность и биологическую активность лекарственных веществ и могут быть использованы для создания новых эффективных технологий, получения новых веществ, изменения свойств лекарственных веществ и лекарственных форм [2, 4].

Таким образом, изучение технологических характеристик порошка цинка оксида в процессе его механохимической обработки является актуальным.

Целью данного исследования является изучение изменения технологических характеристик цинка оксида в процессе его твердофазной механохимической обработки.



Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовался цинка оксид (ГОСТ 10262-73).

Твердофазная механообработка субстанции проводилась путем измельчения в мельнице шаровой вибрационной МЛ-1 в различных временных режимах: 5, 10, 20, 30 минут. Затем проводилось исследование технологических характеристик полученных субмикроструктурированных субстанций.

Определение технологических характеристик (сыпучести, угла естественного откоса, насыпной плотности, относительной плотности, пористости) цинка оксида до и после его механообработки проводили по общепринятым методикам [1].

Сыпучесть определяли на приборе ВП-12А. Навеску порошка массой 20 г засыпали в сухую воронку прибора при закрытой заслонке, включали прибор и секундомер. После 20 секунд утряски, необходимой для стабильных показаний, открывали заслонку и фиксировали время полного истечения порошка из воронки. Далее рассчитывали сыпучесть по формуле 1.

$$V_c = \frac{m}{t - 20}, \tag{1}$$

где V_c – сыпучесть, г/с; m – масса навески, г; t – полное время опыта, с; 20 – время утряски, с.

Параллельно на этом же оборудовании определяли угол естественного откоса между образующей конуса сыпучего материала и горизонтальной плоскостью.

Насыпную плотность определяли следующим образом: навеску исследуемого порошка насыпали в мерный цилиндр малыми порциями при легком постукивании по стенке цилиндра до постоянного объема порошка в нем, затем порошок взвешивали и рассчитывали значение насыпной плотности по формуле 2.

$$\rho_n = \frac{m}{V}, \tag{2}$$

где ρ_n – насыпная плотность, кг/м³; m – масса сыпучего материала, кг; V – объем порошка в измерительном цилиндре после утряски, м³.

Используя полученные значения насыпной плотности, рассчитывали относительную плотность и пористость порошка.

Относительная плотность – отношение насыпной плотности к истинной плотности (формула 3).

$$\tau_n = \frac{\rho_n}{\rho} \cdot 100, \tag{3}$$

где ρ_n – насыпная плотность, кг/м³; ρ – истинная плотность, кг/м³.

Пористость – объем свободного пространства между частицами порошка (формула 4):

$$P = 100 - \tau, \tag{4}$$

где τ – относительная плотность.

Для определения коэффициента прессуемости навеску исследуемого порошка массой 0,5 г прессовали в матрице диаметром 11 мм на таблеточном прессе 6000S, затем измеряли высоту и массу таблетки. Коэффициент прессуемости определяли по формуле 5:

$$K_{ПР} = \frac{m}{h}, \tag{5}$$

где $K_{ПР}$ – коэффициент прессуемости, г/мм; m – масса таблетки, г; h – высота таблетки, мм.

Результаты и их обсуждение. Результаты определения технологических характеристик цинка оксида до и после его твердофазной механохимической обработки представлены в таблице.

Таблица

Технологические характеристики цинка оксида

№	Режим механообработки	Сыпучесть, г/с	Угол естественного откоса, °	Насыпная плотность, г/см ³	Относительная плотность, %	Пористость, %	Коэффициент прессуемости, г/мм
1	Необработанный	4,44	40	0,870	15,52	84,48	Не прессуется
2	5 минут	9,54	40	1,689	30,31	69,69	
3	10 минут	8,47	30	1,888	33,68	66,32	
4	20 минут	10,94	35	2,040	36,39	63,61	
5	30 минут	9,1	30	2,030	36,21	63,79	



Как видно из таблицы, в процессе механохимической обработки порошка оксида цинка в мельнице МЛ-1 происходит следующее изменение их технологических характеристик:

– сыпучесть порошка оксида цинка необработанного составляет 4,44 г/с (удовлетворительная) и с увеличением продолжительности механообработки возрастает: в режиме 5 минут в 2,15 раз – до 9,54 г/с (отличная), в режиме 10 минут в 1,91 раз – до 8,47 г/с (хорошая); в режиме 20 минут в 2,46 раз – до 10,94 г/с (отличная); в режиме 30 минут в 2,05 раз – до 9,1 г/с (отличная);

– угол естественного откоса с увеличением продолжительности механообработки уменьшается с 40° до 30° в режимах 10 и 30 минут; до 35° в режиме 20 минут; в режиме 5 минут не изменяется;

– насыпная плотность порошка цинка оксида необработанного составляет 0,870 г/см³ (средней тяжести) и с увеличением продолжительности механообработки увеличивается: в режиме 5 минут выше в 2 раза – 1,689 г/см³ (тяжелый); в режиме 10 минут выше в 2,17 раз – 1,888 г/см³ (тяжелый); в режиме 20 минут выше в 2,34 раза – 2,040 г/см³ (весьма тяжелый); в режиме 30 минут выше в 2,33 раза – 2,030 г/см³ (весьма тяжелый);

– относительная плотность и пористость порошка цинка оксида с увеличением времени механообработки соответственно увеличиваются и уменьшаются, отражая изменения насыпной плотности;

– в ходе определения коэффициента прессуемости было установлено, что цинка оксид не прессуется.

Таким образом, обнаружено улучшение технологических характеристик порошка цинка оксида в процессе его твердофазной механохимической обработки в мельнице МЛ-1. Выявленные эффекты могут быть учтены для оптимизации технологических операций при производстве лекарственных препаратов, содержащих оксид цинка в своем составе.

Выводы:

1. Сыпучесть порошка оксида цинка необработанного составляет 4,44 г/с, максимального значения достигает в режиме 20 минут механообработки – 10,94 г/с, что выше в 2,46 раз первоначального значения. Изменение угла естественного откоса отражает улучшение сыпучести – для необработанного порошка цинка оксида составляет 40°, в режимах 10 и 30 минут составляет 30°, в режиме 20 минут – 35°.

2. Насыпная плотность порошка цинка оксида увеличивается в процессе механообработки, для исходной субстанции составляет 0,870 г/см³, максимального значения достигает в режиме 20 минут – 2,040 г/см³ – в 2,46 раз выше значения необработанной субстанции.

3. Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод о том, что для порошка цинка оксида является оптимальным режим твердофазной механохимической обработки 20 минут.

Результаты данного исследования могут быть учтены при использовании порошка цинка оксида в промышленном производстве лекарственных препаратов на его основе. Установленные изменения технологических характеристик позволят оптимизировать некоторые технологические процессы производства лекарственных форм и тем самым расширить спектр отечественных лекарственных препаратов на фармацевтическом рынке.

Литература

1. Езерский, М.Л. Методы определения технологических характеристик фармацевтических порошков. II. Насыпной вес, объемная плотность, сыпучесть, угол откоса, слипаемость, сопротивление сдвигу / М.Л. Езерский // Химико-фармацевтический журнал – 1977. – № 8. – С. 98-114.

2. Жилиякова, Е.Т. Изучение физико-химических свойств гидроксипропилцеллюлозы в процессе супрамикроструктурирования / Е.Т. Жилиякова, О.О. Новиков, М.А. Халикова, Н.Н. Попов, М.Ю. Новикова // Инновационные материалы и технологии в химической и фармацевтической отраслях промышленности : сб. докладов междунар. конф. с элементами научной школы для молодежи / под ред. проф. Н.В. Меньшиковой. – 2010. – С. 60-61.

3. Жилиякова, Е.Т. Изучение физико-химических свойств супрамикроструктурированного поливинилового спирта / Е.Т. Жилиякова, О.О. Новиков, М.А. Халикова, Н.Н. Попов, Н.Н. Сабельникова, Л.М. Даниленко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Медицина. Фармация. – 2010. – № 22 (93). – Вып. 12/2. – С. 47-51.

4. Ломовский, О.И. Прикладная механохимия: фармацевтика и медицинская промышленность / О.И. Ломовский // Обработка дисперсных материалов и сред : междунар. период. сб. науч. трудов. – Одесса, 2001. – Вып. 11. – С. 81-100.

5. Проценко, Т.В. Взаимосвязь здоровья кожи и репродуктивной системы в контексте актуальных проблем современной дерматокосметологии / Т.В. Проценко, Ю.В. Андрашко, О.В. Грищенко и др. // Здоровье Украины. – 2007. – № 6. – С. 65-66.

6. Цинка окись (Zinci oxydum) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.piluli.kharkov.ua/drugs/drug/2427/> (дата обращения 14.11.2012).

7. Цинка оксид (Zinc oxide): инструкция, применение и формула [Электронный ресурс]. URL: http://www.rlsnet.ru/mnn_index_id_1556.htm (дата обращения 14.11.2012).



THE RESEARCH OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS CHANGES OF THE ZINC OXIDE POWDER IN THE PROCESS OF ITS MECHANOCHEMICAL MACHINING

**A.A. KHABAROV¹,
Y.V. BUDKO¹,
E.T. ZHILYAKOVA²,
O.O. NOVIKOV²,
M.Yu. NOVIKOVA²,
N.N. POPOV²,
O.A. VANKHIN³**

¹⁾ Kursk State Medical University

*²⁾ Belgorod State National
Research University*

*³⁾ Stary Oskol Branch of Belgorod
State National Research University*

e-mail: EZhilyakova@bsu.edu.ru

This article describes the results of the powder zinc oxide technological characteristics changes research in the process of solid-phase mechanochemical machining. Flowability, angle of repose, bulk density, relative density, and porosity of powdered zinc oxide were defined before and after the mechanochemical machining. It has an improved technological characteristics of zinc oxide powder with increasing time of its machining. Identified effects can be used to optimize the industrial production of drugs based on zinc oxide.

Keywords: zinc oxide, mechanochemistry, technological characteristics.