

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ СУБСТРАТА

Кшникаткин Сергей Алексеевич,

доктор с-х.н, профессор кафедры основы
конструирования машин и механизмов
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, РФ.

Фомин Иван Валерьевич

Магистр 2 курса агрономического факультета
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, РФ.

Аннотация. В статье рассмотрены основные типы рабочих органов применяемых в грануляторах, их достоинства и недостатки.

Ключевые слова. гранулы, органическое удобрение, гранулятор, рабочий орган, валец, матрица, производительность, экологически безопасное, грибы вешенки, субстрат

Затраты энергии на образование гранул существенно зависят как от физико-механических свойств субстрата, так и от типа рабочего органа, осуществляющего этот процесс. Для проектирования грануляторов необходимо знать основные закономерности процесса прессования.

Основной узел гранулятора – прессующий рабочий орган, предназначенный для непосредственного сжатия субстрата с целью получения гранул. Рабочие органы для гранулирования субстрата можно разделить на четыре группы: вальцовые, шнековые, штемпельные (плунжерные) и матричные (рисунки 1, а, б, в, г, д, с, ж, з, и, к).

Вальцовые рабочие органы работают по принципу прокатки. Они представляют собой пару вращающихся один навстречу другому

цилиндрических валцов, захватывающих прессуемый материал и уплотняющих его между. Однако эту операцию можно осуществлять и во время гранулирования, для чего один или оба вальца снабжают острыми зубьями (рисунок 1, а). Захватывающая способность валцов при этом повышается [1,2].

Энергоемкость вальцовых рабочих органов меньше энергоемкости других, однако попытка их практического применения успеха не имела из-за следующих причин. Для получения большой степени уплотнения субстрата, который имеет место при гранулировании, необходимы вальцы очень больших диаметров, что приводит к высокой материалоемкости конструкции. Многоступенчатое уплотнение несколькими парами валцов позволяет применять вальцы малых диаметров, но при этом усложняется инструкция. Для получения гранул одинаковой плотности подача материала на один оборот вальца должна быть постоянной, что является трудноосуществимой задачей.

К последней, вальцовый рабочий орган может обеспечить необходимую для получения качественных гранул выдержку прессованного материала под давлением только при очень низки скоростях вращения валцов, что ведет к снижению производительности гранулятора.

Шнековые рабочие органы осуществляют гранулирование цилиндрическим (рисунок 1,б) или коническим (рисунок 1, в) шнеком в открытой прессовальной камере. Шнеки могут быть с постоянным или переменным шагом. Несмотря на простоту инструкции, данные рабочие органы промышленной реализации не получили из-за большой энергоемкости процесса и низкой производительности. В таких прессах 85 % энергии затрачивается на преодоление трения прессуемого материала о поверхность шнека и стенки корпуса, что вызывает интенсивный износ их и нагрев субстрата до высокой температуры.

Практическое применение в конструкциях для гранулирования субстрата получили только **штемпельные (плунжерные)** и **матричные**

рабочие органы. В штемпельных – процесс гранулирования осуществляется возвратно-поступательно движущимся штемпелем (плунжером) в прессовальном канале открытого или закрытого типа.

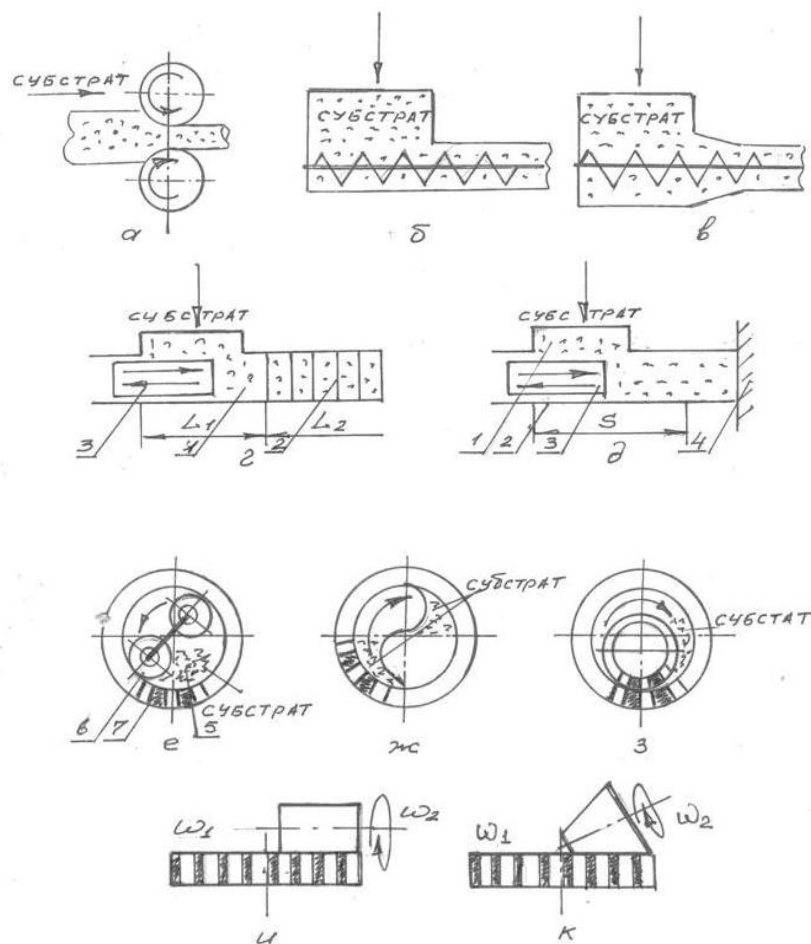


Рисунок 1 – Рабочие органы для гранулирования субстрата:

а – вальцовые; б – шнековые цилиндрические; в-шнековые конические; г – штемпельный с открытой прессовальной камерой; д – штемпельный с закрытой прессовальной камерой; е, ж, з – с кольцевой матрицей; и, к – с плоской матрицей; 1 – загрузочное окно; 2 – прессовальный канал; 3 – штемпель; 4 – упор; 5 – рабочая зона; 6 – валец; 7 – матрица.

В открытом канале рабочий процесс происходит следующим образом. Субстрат через загрузочное окно 1 (рисунок 1, г) подается в прессовальный канал 2, где сжимается штемпелем 3. При достижении усилия, превышающего силу трения спрессованного материала о стенки канала, материал выталкивается с последующим разделением на отдельные брикеты. Таким образом, противодействие здесь создается в результате трения спрессованного материала о стенки канала [3,4].

Канал условно можно разделить на две части: первую длиной

$$L$$

где субстрат уплотняется, и вторую

$$L_1$$

, где находятся порции субстрата, спрессованные ранее. Первая часть канала называется каналом уплотнения, вторая – каналом сопротивления. Регулируя поперечное сечение последнего на выходе, можно изменять сопротивление передвижению спрессованного материала и тем самым плотность гранулирования.

В закрытом прессовальном канале процесс гранулирования происходит так, как показано на рисунке 1, д. Материал, поданный через загрузочное окно в канал уплотнения 2, сжимается между штемпелем 3 и упором: 4. При достижении штемпелем крайнего положения (продвижения его на величину 5) формируются гранулы, которые выталкиваются из канала следующим ходом штемпеля при отведенном упоре. Работа выталкивания при этом значительно меньше, чем при прессовании в открытом канале, что является значительным преимуществом. Однако, несмотря на меньшую энергоемкость, закрытые каналы в промышленных конструкциях грануляторов применения не нашли. Объясняется это тем, что для получения гранул равной плотности необходима строго одинаковая подача материала на каждый ход штемпеля, осуществление которой является задачей чрезвычайно сложной. Кроме того, выдержка гранул под давлением в таком канале мала, что ухудшает их качество.

В промышленных конструкциях грануляторов реализованы штемпельные рабочие органы с открытым прессовальным каналом. Такие рабочие органы обеспечивают минимальное дробление прессуемого субстрата, выдержку гранул под давлением более длительное время, а следовательно, получение гранул лучшего качества из различного материала. Энергоемкость процесса гранулирования у них сравнительно невелика [5, 6, 7].

Основной недостаток штемпельных грануляторов – ограниченная производительность, зависящая от числа ходов штемпеля, числа прессовальных каналов и площади их поперечного сечения. Производительность их, кроме того, ограничивается временем пребывания спрессованного материала в канале, которое должно быть не меньше времени, необходимого для релаксации напряжений в нем. Материалоемкость штемпельных прессов более высокая, чем матричных. Следует также отметить, что подача материала с малой объемной массой и канал уплотнения таких прессов затруднена. Научный руководитель д.с.-х.н., профессор С.А. Кшникаткин.

Список использованных источников

1. Фомин, И.В. Способы переработки и методы обезвоживания отработанного субстрата вешенки / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин, П.Г. Алёнин. // Участие молодых учёных в решении актуальных вопросов АПК России. – 2016. – С. 69–75.

2. Фомин, И.В. Обоснование использования отработанного субстрата вешенки в качестве органического удобрения / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин. // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России 2017. – С. 86–89.

3. Алёнин, П.Г. Расторопша пятнистая: вопросы биологии, культивирования, применения / С.А. Кшникаткин, П.Г. Алёнин, А.Н. Кшникаткина, И.А. Воронова // Пенза, 2016. – 326 с.

4. Алёнин, П.Г. Применение биорегуляторов в технологии возделывания нута / П.Г. Алёнин, А.Н. Кшникаткина, И.А. Зеленцов. // Нива Поволжья. – 2014. – № 3. – С. 2–7.

5. Кшникаткин, С.А. Экологическая роль комплексных гуминовых удобрений и регуляторов роста в повышении урожайности и качества расторопши пятнистой. / С.А. Кшникаткин, И.А. Воронова. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова – 2004. – № 3. – С. 18–21.

6. Semina, S.A., Fertilizers, growth regulator and biochemical composition of plant / Semina S.A., Kshnikatkin S.A., Zheryakov E.V., Gavryushina I.V., Sharunov O.A // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. T. 8. № 6. C. 775–777.

7. Kshnikatkina, A.N. The yield and quality of hulless barley under foliar fertilization with microelement fertilizer in conditions of forest steppe of the middle volga region. / Kshnikatkina A.N., Alenin P.G., Kshnikatkin S.A. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. T. 9. № 2. C. 90–94.

TECHNICAL PRODUCT OVERVIEW FOR SUBSTRATE GRANULATION

Kshnikatkin Sergey Alekseevich,

doctor s-hn,

Professor of

the Department of Basics design machines and mechanisms

FSBEI HE Penza GAU, Penza, RF.

Fomin Ivan Valerievich

Master of 2 courses agronomical

faculty FSBEI HE Penza GAU, Penza, RF.

Annotation. The article describes the main types of working bodies used in granulators, their advantages and disadvantages.

Keywords. granules, organic fertilizer, granulator, working body, drum, matrix, performance, environmentally friendly, oyster mushrooms, substrate