

УДК 631.363.7

В.В. Морозов, К.А. Богданов, В.Г. Игнатенков

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЭКСТРУДЕРЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ САПРОПЕЛЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВЕЛИКОЛУКСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ», ВЕЛИКИЕ ЛУКИ, РОССИЯ

V.V. Morozov, K.A. Bogdanov, V.G. Ignatenkov

## THEORETICAL STUDY OF PRESSURE CHANGES IN THE EXTRUDER FOR THE PRODUCTION OF FORAGES WITH SAPROPEL ADDITION

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «STATE AGRICULTURAL ACADEMY OF VELIKIE LUKI», VELIKIYE LUKI, RUSSIA

**Владимир Васильевич Морозов**  
Vladimir Vasil'evich Morozov  
доктор технических наук, профессор  
priemnaja@vgsa.ru

**Кирилл Андреевич Богданов**  
Kirill Andreevich Bogdanov  
kindeib1994@gmail.com

**Валерий Геннадьевич Игнатенков**  
Valerij Gennad'evich Ignatenkov  
кандидат технических наук, доцент  
well\_79@mail.ru

**Аннотация.** Увеличение производства продукции животноводства требует обеспечения отрасли качественными и дешевыми кормами. Для улучшения рациона животных, а также для более эффективного использования кормов и снижения себестоимости их производства целесообразно использовать экструдирование корма с добавлением сапропеля. В статье описана работа предлагаемого для экструдирования кормов с добавлением сапропеля экструдера. Определено влияние на обработку корма давления в экструдере, а также выявлена необходимость определения этого влияния с помощью математических зависимостей. Для нахождения максимального давления в экструдере рассмотрен процесс движения смеси через кольцевой конический канал фильеры. Путем решения уравнения равновесия выведена математическая зависимость для нахождения давления перед формирующей головкой. Определены факторы, которые влияют на максимальное давление. Используя, выведенную математическую зависимость, построен график зависимости давления перед формирующей головкой от длины фильеры и график изменения давления выпрессовывания от площади проходного сечения фильеры. Для определения влияния компрессионных затворов на давление в экструдере составлено уравнение равновесия сил в компрессионном затворе. Решив это уравнение, получена математическая зависимость для нахождения давления прессования перед компрессионным затвором и определены конструктивные факторы, влияющие на давление. Использование данной математической зависимости позволило построить график изменения давления прессования перед компрессионным затвором от его длины. Приведены математические зависимости, позволяющие определить давление в любой точке экструдера, что даст возможность еще на этапе проектирования определять температуру обработки смеси. В статье рассмотрены основные факторы, которые влияют на давление в экструдере.

**Ключевые слова:** экструдер, сапропель, компрессионные кольца, температура обработки, давление прессования, кормовые добавки.

**Abstract.** Increasing the production of the livestock products requires providing the industry with qualitative and cheap feed. In order to improve the animal nutrition, as well as for more efficient use of feed and reduce the cost of their production, it is advisable to use the extrusion of feed with the sapropel addition. The paper describes the work of the extruder proposed for fodder extrusion with sapropel addition. The influence of pressure in the extruder on forages processing and the necessity of its definition by means of mathematical dependences is defined. To find the maximum pressure in the extruder the process of mixture movement through the ring conical channel of the die is considered. By solving the balance equation the mathematical dependence for finding the pressure in front of the forming head is derived. Factors that influence the maximum pressure are determined. Using the derived mathematical dependence a graph of pressure dependence before the forming head on the length of the dies and a graph of the change in the discharge pressure from the area of the through section of the dies are constructed. To determine the effect of compression gates on pressure in the extruder the equation of the balance of forces in the compression gate is compiled. Having solved this equation, a mathematical dependence for finding the pressure of pressing before the compression gate was obtained and the structural factors influencing the pressure were determined. Using this mathematical dependence, a graph of pressure changes before the compression gate from its length was constructed. Mathematical dependencies allowing to define pressure in any point of the extruder that will allow to define temperature of processing of a mixture at a design stage are presented. The main factors that influence the extruder pressure are considered in the article.

**Keywords:** extruder; sapropel, compression rings, processing temperature, pressing pressure, feed additives.

**Введение.** Животноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. Данная отрасль занимается производством сельскохозяйственной продукции для обеспечения населения: мясом, молоком, шерстью и продуктами питания. Кроме того, развитие этой отрасли обеспечивает продовольственную безопасность страны [1].

Увеличение общего объема производимой

продукции животноводства связано с развитием кормопроизводства. Задача кормопроизводства – обеспечивать отрасль высококачественными и дешевыми кормами, что благоприятно сказывается на себестоимости производимой продукции животноводства. В настоящее время в сельскохозяйственном производстве есть неиспользованные резервы повышения продуктивности животных за счет производства качественных