

УДК 631.362

Д.П. Ездин

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ВАКУУМ-ВЫПАРНАЯ УСТАНОВКА ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУРГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ИМЕНИ Т.С. МАЛЬЦЕВА», КУРГАН, РОССИЯ

D.P. Ezdin

INDUSTRIAL VACUUM-EVAPORATION UNIT FOR INCREASING HUMIC ACID CONCENTRATION

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«KURGAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY BY T. S. MALTSEV», KURGAN, RUSSIA

Ездин Дмитрий Петрович
Ezdin Dmitry Petrovich
EzdinDP@mail.ru

Аннотация. Гуминовые вещества адсорбируются на клеточной стенке организма животных, повышая эластичность ее оболочки и увеличивая поверхность клетки, что приводит к возрастанию количества поступающего в нее кислорода и, как следствие, увеличению интенсивности обмена веществ и процессов роста. При введении гуминовых веществ в рацион крупного рогатого скота среднесуточный прирост их живой массы возрастает на 14,4%. При использовании в качестве добавки в корм цыплят их среднесуточный прирост увеличивается на 11,85%, масса сердца, печени, селезенки и желчного пузыря возрастает на 20,7%, а количества гемоглобина – на 7,4%. Среднесуточный привес поросжат-сосунов увеличивается на 8,3%. Исходя из актуальности предмета исследования, автором предлагается линия вакуум-выпарной установки производительностью 7,5 литров в час (60 литров за цикл) для повышения концентрации гуминовых веществ, которая состоит из нагревательной камеры с мерной шкалой, подогревателя, резервного подогревателя, вакуумметров, водоструйного и центробежного насоса, манометра, охладителя, гасителя скорости струи, емкости для воды. Принцип работы заключается в следующем. В нагревательную камеру помещается созревшая гуминовая суспензия, в рубашку нагревательной камеры подводится вода из системы отопления. При достижении температуры суспензии 65 °С включается центробежный насос для подачи воды в водоструйный насос. Выходя из рабочего сопла водоструйного насоса, струя воды вытягивает пар из нагревательной камеры, который затем конденсируется в диффузоре и корпусе водоструйного насоса. Далее вода поступает в охладитель (участок системы отопления), гаситель скорости струи, сливается в емкость для воды, из которой вновь подается в трубопровод рабочей жидкости центробежным насосом. В качестве нагревателя используются ТЭНы, которые подключены через автоматический выключатель. ТЭНы автоматически отключаются при температуре воды в рубашке 85 °С. Для

испарения 540 кг воды при абсолютном давлении $P=20...25$ кПа необходимо затратить энергии 1263,6 МДж. Для этого предлагается использовать нагреватель мощностью 43,3 кВт.

Ключевые слова: гуминовые вещества; вакуум-выпарная установка; испарение; расход энергии; мощность нагревателя.

Abstract. Humic substances are adsorbed on the cell wall of animals increasing the elasticity of its membrane and increasing the cell surface, that leads to an increase the oxygen amount entering it, and as a result, an increase the metabolic rate and growth processes. With the introduction of humic substances in the diet of cattle, the average daily increase in live weight increases by 14.4%. Using as an additive in chickens feed, the average daily increase rises by 11.85%, the weight of the heart, liver, spleen, and gall bladder up to 20.7%, the increase of hemoglobin amount by 7.4%. And the average daily gain of suckling piglets is increased by 8.3%.

A vacuum evaporator line was created with a capacity of 7.5 liters per hour (60 liters per cycle) to increase the concentration of humic substances, which consists of a heating chamber with a graduated scale, a pre-heater, a backup heater, vacuum gauges, a water-jet and a centrifugal pump, pressure gauge, cooler, dampener, water tank.

The principle of operation is as follows. A ripened humic suspension is placed in the heating chamber, and water from the heating system is supplied to the jacket of the heating chamber. Upon reaching a suspension temperature of 65 °C, a centrifugal pump is turned on to supply water to the water-jet pump. Leaving the working nozzle of the water-jet pump, a water jet draws steam from the heating chamber, which then condenses in the diffuser and the body of the water-jet pump. Next, the water enters the cooler (section of the heating system), the jet speed quencher, is discharged into a water tank, from which it is again fed into the working fluid pipeline by a centrifugal pump.

As a heater, electric heaters are used, which are connected through an automatic switch. Electric heaters are automatically switched off at a temperature of water in a shirt of 85 °C. For the evaporation of 540 kg of water at an absolute pressure of $P = 20 ... 25$ kPa, it is necessary to expend 1263.6 MJ of energy. That is why a 43.3 kW heater is used.

Keywords: Humate; vacuum-evaporation plant; evaporation; power consumption; heater power.

Введение. Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК предусматривает совершенствование технологий и технических средств производства комбикормов и БМВД для сельскохозяйственных животных и птицы [1-3]. Гуминовые вещества наделены широким спектром биологи-

ческой активности, они адсорбируются на клеточной стенке организма животных, повышая эластичность ее оболочки и увеличивая поверхность клетки, это приводит к возрастанию количества поступающего в нее кислорода, и, как следствие, увеличению интенсивности обмена веществ и процессов роста [4].

Использование гуминовых веществ приводит к абсолютному приросту живой массы, ускорению роста животных, повышению сохранности потомства, снижению заболеваемости, а также повышению устойчивости их организма к неблагоприятным условиям среды. Так, при введении гуминовых веществ в рацион крупного рогатого скота среднесуточный прирост живой массы возрастает на 14,4%. Усиливается эритропоэз (процесс образования эритроцитов в организме) и синтез иммуноглобулинов, активность лейкоцитарного фагоцитоза возрастает на 10% [5].

Установлено положительное влияние гуминовых веществ на репродуктивную функцию коров в послеродовом периоде, снижение уровня до- и послеродовых осложнений, облегчение течения родов, данные вещества способствуют увеличению сохранности потомства. У новорожденных телят содержание иммунных белков повышается на 13%, эритроцитов – на 7%, гемоглобина – на 12% [3]. При использовании в качестве добавки в корм цыплят среднесуточный прирост увеличивается на 11,85%, масса сердца, печени, селезенки и желчного пузыря – до 20,7%, а количества гемоглобина

– на 7,4%. Среднесуточный привес порослят-сосунов увеличивается на 8,3%. [6, 7].

Методика. На основе обзора литературных источников и проведения поисковых экспериментов [8] нами создана и запатентована вакуум-выпарная установка (производительностью 7,5 литров в час – 60 литров готового продукта за цикл) повышения концентрации гуминовых веществ для применения в линии по производству гуминосодержащего препарата [9, 10]. Линия производственной вакуум-выпарной установки (рисунок) содержит: нагревательную камеру 1, подогреватель 2, резервный подогреватель 3, мерную шкалу нагревательной камеры 4, вакуумметр 5, водоструйный насос 6, центробежный насос 7, вакуумметр 8, манометр 9, охладитель 10 (участок системы отопления), гаситель скорости струи 11, емкость для воды 12.

Принцип работы заключается в следующем. В нагревательную камеру помещается созревшая гуминовая суспензия, в рубашку нагревательной камеры подводится вода из системы отопления с температурой 80...90 °С, а из рубашки котла поступает обратно в систему отопления. При

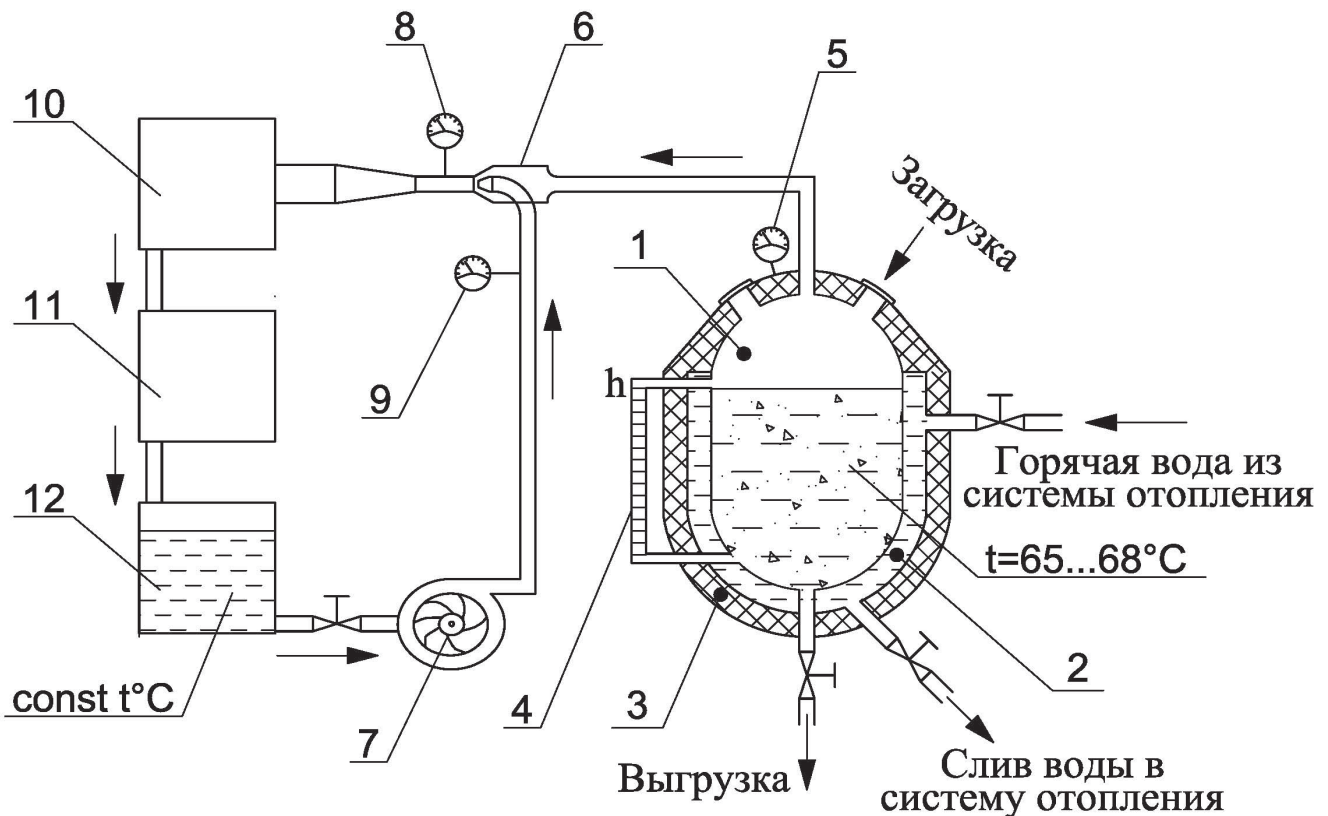


Рисунок – Линия производственной вакуум-выпарной установки

1 – нагревательная камера, 2 – подогреватель, 3 – резервный подогреватель, 4 – мерная шкала нагревательной камеры, 5 – вакуумметр, 6 – водоструйный насос, 7 – центробежный насос, 8 – вакуумметр, 9 – манометр, 10 – охладитель (участок системы отопления), 11 – гаситель скорости струи, 12 – емкость для воды.

достижении температуры суспензии 65 °С включается центробежный насос для подачи воды в водоструйный насос. Выходя из рабочего сопла водоструйного насоса, струя воды создает вакуум 75...80 кПа в нагревательной камере. Таким образом, вытягивается пар из нагревательной камеры, который затем конденсируется в диффузоре и корпусе водоструйного насоса. Далее вода поступает в охладитель (участок системы отопления), гаситель скорости струи, сливается в емкость для воды, из которой вновь подается в трубопровод рабочей жидкости центробежным насосом. Уровень воды в емкости для воды должен быть ниже водоструйного насоса и выше центробежного насоса. Емкость можно использовать в качестве аккумулятора тепла.

После повышения концентрации суспензии необходимо перекрыть подачу воды из системы отопления, через 2 минуты выключить центробежный насос, после чего давление в нагревательной камере выравнивается с атмосферным. После выполнения всех операций можно приступить к разгрузке нагревательной камеры. При этом важное значение имеет разработка методики расчёта конструктивных и технологических параметров установки [11,12].

Результаты. Удельная теплота парообразования воды при атмосферном давлении составляет $r = 2258$ кДж/кг. В нагревательной камере

абсолютное давление необходимо поддерживать в диапазоне $P = 20...25$ кПа. При этом температура кипения суспензии составляет $t_{\text{к}} = 65...68$ °С, а $r = 2350...2336$ кДж/кг.

При повышении концентрации суспензии в десять раз из камеры емкостью 600 литров необходимо испарить 540 литров воды. Для этого понадобится количество энергии:

$$W = r \cdot m, \quad (1)$$

где r – удельная теплоёмкость парообразования, Дж/кг;

m – масса испарённой воды.

Нагреватель мощностью 1кВт обеспечивает испарение 1,56 кг воды в 1 час. Для достижения производительности установки 60 литров за цикл необходимо обеспечить испарение 540 литров за 8 часов или 67,5 литров в 1 час.

В качестве нагревателя используются ТЭНы, которые подключены через автоматический выключатель. ТЭНы автоматически отключаются при температуре воды в рубашке 85 °С. По мере понижения уровня суспензии в баке площадь передачи энергии от стенки бака к раствору уменьшается. ТЭНы по одному отключаются. Техническая характеристика вакуум-выпарной установки представлена в таблице.

Таблица – Техническая характеристика вакуум-выпарной установки

Показатели	Значение
Ёмкость котла, л	600
Максимальная продолжительность цикла, ч	8
Производительность по испаренной влаге, кг/ч	60
Максимальный вакуум, МПа (кг/см ²)	0,090 (0,90)
Минимальная температура кипения, С°	60
Мощность электрического котла, кВт	43,3

Выводы. Для испарения 540 кг воды при абсолютном давлении $P=20...25$ кПа необходимо затратить энергии 1263,6 МДж, поэтому предлагается использовать нагреватель мощностью 43,3 кВт.

Список литературы

1 Фоминых А.В., Миколайчик И.Н., Овчинникова Ю.И., Овчинников Д.Н. Совершенствование

технологий и технических средств производства комбикормов и БМВД для сельскохозяйственных животных и птицы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2017. № 7. С. 46-48.

2 Фоминых А.В., Миколайчик И.Н., Овчинникова Ю.И., Овчинников Д.Н. Технологические и технические средства производства комбикормов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и

ремонт. 2018. № 6. С. 26-31.

3 Фоминых А.В., Королёв А.Е. Влияние полнужирной экструдированной сои на продуктивность кур-несушек // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2014. № 1. С. 52-58.

4 Александрова С.С., Прокопив Л.Н., Садвокасова А.А. Использование гумата натрия «Росток» в рационах телят // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10. С. 83-85.

5 Александрова С.С. Гумат натрия «Росток» в рационах ремонтных телок // Аграрный вестник Урала. 2016. № 11 (153). С. 8-12.

6 Безуглова О.С., Зинченко В.Е. Применение гуминовых препаратов в животноводстве (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 89-93.

7 Симакова И.В., Васильев А.А., Корсаков К.В., Гуляева Л.Ю. Влияние различных концентраций гуминовых кислот на формирование безопасности и товароведно-технологических качеств мяса цыплят-бройлеров // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 3. С. 73-82.

8 Фоминых А.В., Овчинников Д.Н. Сравнительная оценка способов получения гуминового концентрата // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 7. С. 18-20.

9 Линия производства гуминосодержащего препарата: патент RU132071 Рос. Федерация / Фоминых А.В., Овчинников Д.Н., Ездин Д.П.; заявл. 15.11.2012; опублик. 10.09.2013., Бюл. № 25.

10 Фоминых А.В., Савельев А.В., Фомина С.В. Расчёт энергетических характеристик шахтного охладителя полножирной экструдированной сои // Вестник Курганской ГСХА. 2012. № 2. С. 63-66.

11 Фоминых А.В., Овчинников Д.Н. Линия производства гуминосодержащего препарата // Главный зоотехник. 2016. № 12. С. 39-43.

12 Фоминых А.В., Фомина С.В., Стрекаловских Н.С. Установка повышения концентрации жидких кормовых добавок // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 3 (23). С. 75-77.

References

1 Fominykh A.V., Mikolaychik I.N., Ovchinnikova Yu. I., Ovchinnikov D.N. Improvement of technologies and technical means of production of animal feed and

BMVD for farm animals and poultry // Feeding of farm animals and feed production. 2017. № 7. Pp. 46-48.

2 Fominykh A.V., Mikolaychik I.N., Ovchinnikova Yu.I., Ovchinnikov D.N. Technological and technical means of feed production // Agricultural machinery: maintenance and repair. 2018. № 6. Pp. 26-31.

3 Fominykh A.V., Korolev A.E. The effect of full-fat extruded soybeans on the productivity of laying hens // Feeding of farm animals and fodder production. 2014. № 1. Pp. 52-58.

4 Aleksandrova S.S., Prokopiv L.N., Sadvoikasova A.A. Use of "Rostock" sodium humate in calf diets // Achievements of Science and Technology of AIC. 2015. V. 29. № 10. Pp. 83-85.

5 Alexandrova S.S. Sodium humate "Rostock" in the diets of repair heifers // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. № 11 (153). Pp. 8-12.

6 Bezuglova O.S., Zinchenko V.E. The use of humic preparations in animal husbandry (review) // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016. V. 30. № 2. Pp. 89-93.

7 Simakova I.V., Vasiliev A.A., Korsakov K.V., Gulyaeva L.Yu. Influence of various concentrations of humic acids on the formation of safety and commodity-technological qualities of broiler meat // Storage and Processing of Farm Products. 2018. № 3. Pp. 73-82.

8 Fominykh A.V., Ovchinnikov D.N. Comparative evaluation of methods for producing humic concentrate // Feeding of agricultural animals and fodder production. 2015. № 7. Pp. 18-20.

9 Line of production of humine-containing preparation: patent RU132071 Russian Federation / Fominykh A.V., Ovchinnikov D.N., Ezdin D. P.; it is stated 15.11.2012; Published on 10.09.2013, Bul. № 25.

10 Fominykh A.V., Savelyev A.V., Fomina S.V. Calculation of the energy characteristics of a mine cooler of full-fat extruded soybean // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2012. № 2. Pp. 63-66.

11 Fominykh A.V., Ovchinnikov D.N. Production line of a humic-containing preparation // Chief zootechnologist. 2016. № 12. Pp. 39-43.

12 Fominykh A.V., Fomina S.V., Strekalovskikh N.S. Installation to increase the concentration of liquid feed additives // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2017. № 3 (23). Pp. 75-77.