

УДК 621.521

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ВАКУУМНОЙ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ТОПЛИВА

Антон Сергеевич Ухичев

*Студент 1 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Е.А. Деулин,
доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Целью работы являлась разработка структуры вакуумно-технологической линии производства экологически чистого, энергетически эффективного, наноструктурированного топлива, получаемого из сырья органического происхождения, в частности, каменного угля.

Фундаментом и теоретической основой представленной работы является физика процессов растворения атомов водорода и его изотопов в обрабатываемом материале из монослоя сорбата находящегося на поверхностях, и происходящих в вакууме [1] или лишённой кислорода атмосфере. Несмотря на то, что данное явление, сопровождающее процесс трения, справедливо для любых материалов [2], то исходным сырьём в разрабатываемой и представляемой технологии могут быть отходы лесной, лесоперерабатывающей, сельскохозяйственной, торфоперерабатывающей, химической или угольной отраслей.

Показано, ввиду взрывоопасности представленной технологии она должна осуществляться во взрывобезопасной среде, в качестве которой выбран вакуум, получаемый водокольцевыми насосами. Поэтому предлагаемая структура вакуумной технологической линии должна выглядеть следующим образом:

1. Первым элементом линии, естественно, является устройство загрузки исходного сырья, но ввиду того, что обработка (истирание) сырья должно производиться в вакууме, то в процессе загрузки, сырьё сразу попадает в герметичную шлюзовую камеру.

2. Следующим элементом линии является камера первичного помола, в которой происходит два процесса: первичная дефрагментация элементов исходного сырья и начало процесса наводороживания сырья в соответствии с формулой (1):

$$C_H(x,t) = (C_{1H} - C_0) \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D \cdot t}} \right) \right) + C_0, \quad (1)$$

где $C_H(x,t)$ – концентрация атомов диффундирующего водорода (протия, дейтерия, трития) на глубине x в момент времени t ;
 C_0 – исходная концентрация водорода (протия, дейтерия, трития);
 C_{1H} – концентрация атомов водорода в первом монослое сорбата на поверхности сырья;
 D – коэффициент диффузии атомов водорода (протия, дейтерия, трития) в материале сырья.

3. После окончания первичного измельчения сырье загружается в шлюзовую камеру, играющую роль промежуточного накопителя и разделителя элементов, находящихся на разных стадиях обработки.

4. Следующим элементом линии является камера вторичного помола, в которой так же как и в первой происходит два процесса: вторичная дефрагментация элементов сырья и окончание процесса наводораживания сырья в соответствии с формулой (2):

$$C_H(x, t) = (C_{1H} - C_0 + \Delta C) \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D \cdot t}} \right) \right) + C_0 + \Delta C, \quad (2)$$

где ΔC – изменение исходной концентрации водорода (протия, дейтерия, трития) произошедшее за время первичной обработки;

5. После окончания вторичного измельчения сырье загружается в следующую шлюзовую камеру, так же играющую роль промежуточного накопителя и разделителя элементов, находящихся на разных стадиях обработки.

6. Устройство формирования окончательной суспензии – наноструктурированного топлива повышенной теплотворной способности.

На рис. 1 в изометрии показана 3D модель вакуумно-технологической линии для получения энергетически эффективного наноструктурированного продукта, созданная автором.

Линия представляет собой цепочку последовательно соединённых герметичных (вакуумно-плотных) камер, в которых последовательно осуществляются операции первично и вторичного измельчения исходного сырья до формирования продукта с окончательным наноразмером ($R=100$ нм, где R - радиус описанной окружности конечного продукта), операции разделения по фракциям на различных этапах обработки, операции формирования суспензии, как окончательного продукта.

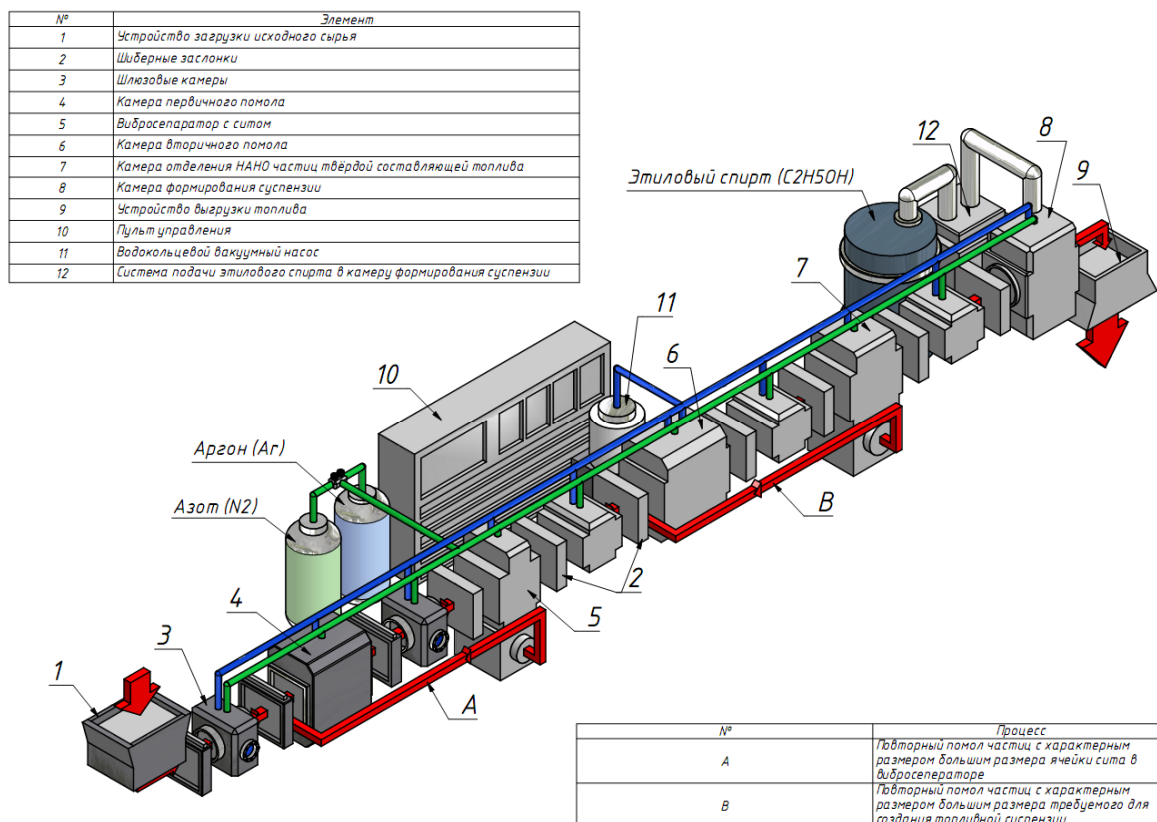


Рис. 1. Изометрия 3D модели вакуумно-технологической линии

Технической основой представленной работы было выполнение экспериментов, иллюстрирующих вышеупомянутую физику процессов растворения атомов водорода и его изотопов в обрабатываемом материале из монослоя сорбата (водорода, дейтерия, трития) находящегося на поверхностях материала подвергаемого трению. Использование водокольцевых насосов необходимо:

Для исключения кислорода из первоначальной атмосферы, для обеспечения взрывобезопасности;

Для создания монослоя водорода на поверхности сырья, образующегося в результате диссоциации молекул воды в первом монослое.

В процессе эксперимента [3] осуществлялась имитация процесса измельчения исходного продукта на мельницах, находящихся в камерах 4 и 6 рис. 1, и определение изменения его теплотворной способности в результате наводораживания.

В ходе первого эксперимента, при прочих равных условиях, поджигался 1 г цельного куска сухого спирта. Под огнём находился накрытый крышкой металлический сосуд с водой рис. 2 при температуре 5°C.

После полного сгорания топлива показания термометра увеличились до t_1 . (табл. 1)

В ходе второго эксперимента, при прочих равных условиях, поджигался 1 г полученного порошкообразного сухого спирта.

После полного сгорания топлива показания термометра увеличились до t_2 . (см. табл. 1)

Аналогичные эксперименты проводились и с каменным углем.

Данные полученные в ходе экспериментов приведены в табл. 1.

$$\lambda = \frac{\bar{t}_2}{\bar{t}_1} = \frac{84,5^0}{80,6^0} \approx 1,048 = 104,8\% \quad (3)$$

Таким образом, результаты экспериментов показывают, что измельчение сырья по представленной технологии повышает теплотворную способность исходного продукта на 4,8 %.

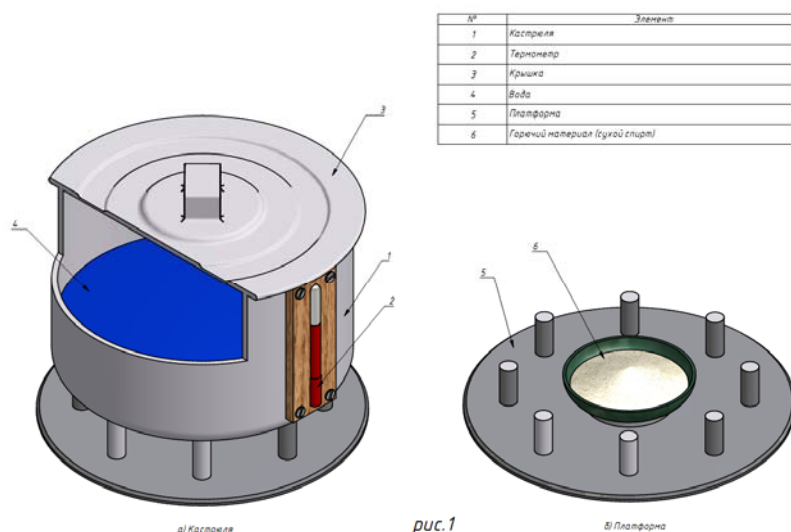


Рис. 2. Накрытый крышкой металлический сосуд с водой, находящейся под огнем

Табл. 1. Результаты экспериментов с сухим спиртом

№	Температура воды до сгорания исходного топлива, t_0 °C	Температура воды после сгорания исходного топлива, t_1 °C	Температура воды после сгорания растёртого топлива, t_2 °C
1	20	85	88
2	19	82	85
3	19	80	86
4	18	80	84
5	20	82	84
6	20	79	85
7	19	77	82
8	17	79	83
9	18	81	85
10	19	81	83
$t_{\text{средн.}}$	18,9	80,6	84,5

Выводы:

1. Разработанная схема вакуумной линии может быть реализована виде линии, состоящей из пяти рабочих вакуумных камер, соединенных единой системой транспортировки сырья, и сохраняющих бескислородную атмосферу.
2. Показано, что создание защитной бескислородной атмосферы легко реализуется с помощью водокольцевого вакуумного насоса.
3. Экспериментами, моделирующими технологический процесс формирования твердой составляющей наноструктурированного топлива, показано, что представленный технологический процесс обеспечивает увеличение теплотворной способности исходного сырья на 4,8%.

Литература

1. *Deulin E.A.* Exchange of gases at friction in vacuum// ECASIA '97. - John Wiley & sons, Nov. 1997.- pp. 1170-1175.
2. *Деулин Е.А.*, Единство нано физики трения для различных технологий машиностроения / Трение и Смазка в Машинах и Механизмах, №,№ 9-10, 2010, С. 43-47, 35-43.
3. *Ухичев А.С.*, Исследование возможностей использования винтовых мельниц для формирования наноструктурированного топлива органического происхождения / Шаг в будущее Москва, 2011.