

УДК 621.926

Кащенко Д.Я

магистр

Плотникова Н.В.

магистр

Тихонова О.Б., к.т.н.

Преподаватель кафедры

«Автомобильный транспорт

и технологическое оборудование»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ НЕФТЯНОГО КОКСА

Аннотация: в статье предложены модели адекватного поведения исследуемых материалов при струйной обработке. Анализ полученных математических моделей и данных, показывает, что наибольшее влияние на достижение требуемого размера микрочастицы оказывают скорость струи V и расстояние до обрабатываемой поверхности L , которое и определяет минимальный размер от сопла до отбойника, а значит и минимально возможную длину струйной камеры.

Ключевые слова: нефтяной кокс, разрушение, струйная обработка, оптимальные режимы

Kashchenko D.Ya

master

Plotnikova N.V.

Tikhonova O.B.

Lecturer of the department

"Automobile transport

and technological equipment"

DETERMINING OPTIMAL JET MODES

TREATMENTS FOR PETROLEUM COKE DESTRUCTION

Abstract: the article proposes models of adequate behavior of the materials under study during blasting. Analysis of the obtained mathematical models and data shows that the greatest influence on achieving the required microparticle size is exerted by the jet speed V and the distance to the treated surface L , which determines the minimum size from the nozzle to the bumper, and therefore the minimum possible length of the jet chamber.

Key words: petroleum coke, destruction, blasting, optimal modes

Современное состояние и темпы дальнейшего развития страны в значительной степени определяет ее нефтеперерабатывающий комплекс, так как человек во многих сферах своей деятельности использует нефтепродукты.

Анализ нефтеперерабатывающей промышленности показывает, что одним из огромного перечня продуктов переработки нефти является нефтяной кокс, который находит широкое применение во многих отраслях.

Одной из технологических операций при производстве нефтяного кокса является процесс измельчения, для которого применяют струйные мельницы различных типов, исследование которых с целью оптимизации параметров процесса, приводится ниже.

Процесс струйной обработки материалов зависит от большого числа переменных факторов: свойств частиц, физико-механических свойств обрабатываемого материала, параметров среды, особенностей конструкций мельниц[1].

В работах [2-5] установлены следующие факторы процесса: время воздействия воздушной струи на материал – время обработки $X_1(t, c)$, давление сжатого воздуха, $X_2(Q, \text{МПа})$, угол атаки $X_3(\alpha, \text{град})$, длина струи – расстояние от среза сопла до обрабатываемой поверхности $X_4(L, \text{мм})$, скорость струи $X_5(V_n, \text{м/с } Z, \text{мкм})$, температура воздушной струи $X_6(T, \text{°C})$,

размер сопла X_7 (Z , мкм), концентрация воздушной струи X_8 (ψ , г/см²с), исходные размеры частиц кокса X_9 (H_{cp}^n , мкм), концентрация частиц в струе X_{10} (%), предел прочности частиц нефтяного кокса X_{11} ($[\sigma]_p$, кН/м²).

Таким образом, нетрудно заметить, что при струйной обработке действует большое число факторов. Однако при экспериментальном исследовании режимов определению подлежат только те из них, которые оказывают наибольшее влияние на процесс обработки.

С целью определения основных факторов процесса по литературным источникам было проведено априорное ранжирование, учитывающее мнение исследователей, изучавших процессы струйной обработки различных материалов [3-5].

По результатам исследования влияния факторов на получаемые размеры частиц была построена средняя априорная диаграмма рангов для рассматриваемых факторов. В результате проведенного эксперимента были отобраны для дальнейших исследований шесть наиболее значимых факторов: время обработки X_1 , давление сжатого воздуха X_2 , угол атаки струи X_3 , длина струи X_4 , скорость струи X_5 (V_n , м/с), температура воздушной струи X_6 .

Учитывая результаты исследований, полученных в работе [6] для ряда материалов, при расположении факторов в порядке, соответствующем степени их влияния на исследуемый процесс, первым по силе воздействия следует поставить фактор X_2 – давление сжатого воздуха, затем X_5 – скорость струи, далее X_1 – время обработки, X_3 , X_4 и X_6 – соответственно угол атаки, длина струи и температура струи.

Таким образом, выделив наиболее значимые факторы процесса, на следующем этапе исследований с целью повышения их точности можно перейти к решению оптимизационной задачи, воспользовавшись методами теории планирования эксперимента .

Несколько упругих стальных пластин с наклеенными на них тензодатчиками одновременно вводятся в струю, после чего производится регистрация удара. Как известно [5], при эжектировании частиц на их транспортирование расходуется не вся энергия несущей фазы, а только определенная ее часть (в зависимости от общей массы частиц, их размера и конфигурации и т.д.). Поэтому при исследовании характеристик струи измерительными устройствами одновременно фиксируются как удары отдельных частиц, так и силовое давление несущей фазы. В этом случае при обработке результатов экспериментов встает задача разделения силовых характеристик частиц и несущей фазы.

Для этого на всасывающей (эжектирующей абразив) магистрали 8 (рис. 2) устанавливают вакуумметр 9 и дроссель 10 с регулируемым проходным сечением, причем вакуумметр располагают между струйным пистолетом 2 и дросселем. Испытание на стенде проводят следующим образом. Кожух (рис. 3.3) с пластинами (измерительный блок) устанавливают под определенным углом к оси струи и на заданном расстоянии от сопла пистолета в камере установки для СО. При этом положении головки центральной пластины совмещают с осью струи В бункер установки для СО (на рисунке не показано) засыпают навеску нефтяного кокса определенной массы и размера частиц. Включают регистрирующую и усилительную аппаратуру (рис.2). Устанавливают заданное давление воздуха на входе в пистолет и включают установку для СО.

Частицы, вылетающие из сопла пистолета, попадая на поверхность цилиндров, укрепленных на головках стержней, вызывают отклонение от положения равновесия измерительных пластин и, таким образом, изменяют электрическое сопротивление тензодатчиков (собранных по полумостовой схеме [6]).

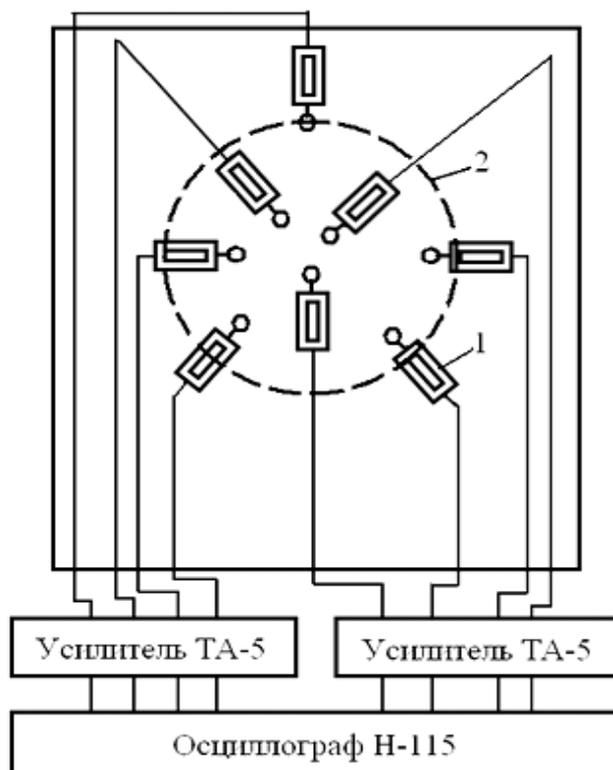


Рис. 2 - Принципиальная схема стенда для исследования характеристик двухфазной турбулентной струи

Изменение сопротивления регистрируется на осциллографе и записывается на регистрирующей ленте .

Целью исследований, проведённых на следующем этапе, было получение модели, адекватной поведению исследуемых материалов при струйной обработке.

Интервалы и уровни варьирования основных факторов были выбраны после проведения серии предварительных опытов (таблица 1) и составили: давление сжатого воздуха – 1, 2, 3, 4, 5 МПа; время обработки – 1, 2, 3, 4, 5, 6 секунд; угол атаки струи – 18, 36, 54, 72, 90°; расстояние до ударника - 2000, 1600, 1200, 800, 400 мм; скорость струи – 100, 300, 500, 700, 900 м/с, температура струи – 100, 80, 60, 40, 20 °. В качестве выходной характеристики – Y выбран размер частиц кокса от 40 до 80 мкм.

Таблица 1- Уровни варьирования факторов процесса струйной обработки

| № п/п | Исследуемая характеристика | Фак- тор | Уровни варьирования факторов | | | | | Интервал варьи- рования |
|----------|--|-------------|------------------------------|------|-----|------|------|-------------------------------|
| | | | +2,0 | +1,0 | 0 | -1,0 | -2,0 | |
| 1. | Продолжительность обработки t , с | X_1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 2. | Давление воздуха Q , МПа | X_2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 3. | Угол атаки струи α , град | X_3 | 90 | 72 | 54 | 36 | 18 | 18 |
| 4. | Расстояние до ударни- ка $10L$, мм | X_4 | 200 | 160 | 120 | 80 | 40 | 40 |
| 5. | Скорость струи V , м/с | X_5 | 900 | 700 | 500 | 300 | 100 | 200 |
| 6. | Температура струи T , град. | X_6 | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 20 |

Количественные значения остальных факторов были выбраны с учётом предварительных исследований.

В результате расчетов коэффициентов регрессии и оценки их значимости получена следующая математическая модель процесса струйной обработки, адекватная исследуемому процессу (с 95 %-ной доверительной вероятностью):

$$Y_1 = 8,97 + 0,199X_2 + 0,224X_3 - 0,484X_4 + 0,412X_5 - 0,559X_1^2 + 0,151X_1X_2 -$$

$$\begin{aligned}
& -0,341X_2^2+0,117X_1X_3-0,294X_2X_3-0,901X_3^2+0,11X_1X_4-0,138X_4^2- \\
& -0,756X_4X_5++0,345X_2X_5++0,141X_3X_5-0,109X_5^2-0,327X_2X_6- \\
& -0,482X_5X_6-0,594X_6^2.
\end{aligned} \tag{1}$$

Оптимальные значения режимов процесса, обеспечивающие, получение требуемых размеров составили: давление сжатого воздуха – 3,34, МПа; время обработки – 2,89 секунд; угол атаки струи – 57,4°; расстояние до ударника - 1740 мм; скорость струи –775 м/с, температура струи –48,9. °

Анализ полученных математических моделей и данных, показывает, что наибольшее влияние на достижение требуемого размера микрочастицы оказывают скорость струи V и расстояние до обрабатываемой поверхности L , которое и определяет минимальный размер от сопла до отбойника, а значит и минимально возможную длину струйной камеры.

Использованные источники:

1. Постникова И.В., В.Н. Блинчев И.В., Я Кравчик. Струйные мельницы. – «Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. Инженерно-технические науки.» №2 (42), 2015.- С. 144-151.
2. Патент ФРГ № DE 3152041 C2 Inherhald von 3 Monaten nach Veroffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden , Б.И. № 43, 1986.
3. Юрченко В.И., Бескорвайный В.В. Механическая обработка обуви и перспективы её развития: Уч. пособие / М.: МТИ, 1987. – 73 с.
4. Юрченко В.И., Сухарникова В.А. Применение струйно–абразивной обработки в производстве полимерных изделий для покрытия полов // Современные технологии в промышленности и стройиндустрии: Сборник

статей Международного конгресса, 16-18 сентября 2003 г. – Белгород, БГТУ, 2003. – Ч.І, № 5.- С. 198-201.

5. Юрченко В.И., Мысочка М.И. Влияние режимов струйно-абразивной обработки на прочность склеивания полимерных изделий для покрытия полов// Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии: Сборник статей Международного конгресса, 16-18 сентября 2003 г. – Белгород, БГТУ, 2003. – Ч.ІІІ, № 6.- С. 440-442.

6. Бескоровайный В.В. Исследование и разработка процесса струйно-абразивной обработки деталей обуви с целью создания технологической установки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1983. – 24 с.

7. Тихомиров, В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 128 с.