

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕВЕРСИВНОЙ СТРУИ НА ПЛОСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

**Жук А.Н.<sup>1</sup>, Качанов И.В.<sup>2</sup>, Шаталов И.М.<sup>2</sup>,  
Щербакова М.К.<sup>2</sup>, Кособуцкий А.А.<sup>2</sup>**

- 1). РНПЦ онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова, Минск, Республика Беларусь
- 2). Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь  
Минск, Республика Беларусь

На кафедре «ГЭСВТГ» БНТУ в 2010 году была предложена новая технология реверсивно-струйной очистки металлических поверхностей от коррозии под лазерную резку или окраску, а также струйный блок для ее осуществления.

При подключении такого струйного блока к насосной установке поток рабочей жидкости после взаимодействия с очищаемой поверхностью разворачивается на  $180^\circ$  относительно своего первоначального движения. Этот разворот обеспечивает формирование реактивной силы, которая, складываясь с силой от воздействия струи, приводит к увеличению давления  $p_{\max}$  струйного воздействия в 1,5–1,75 раза (теоретически – в 2 раза) по сравнению с традиционной схемой очистки.

Параметр силы (давления) струйного воздействия на обрабатываемую поверхность является одним из основных при разработке технологии РСО и выборе насосного оборудования, предназначенного для реализации технологии.

Анализ показал, что значительный объем теоретических исследований по расчету силы (давления) струйного воздействия основан на использовании теоремы об изменении количества движения, что не позволяет авторам установить взаимосвязь между усилием (давлением) обработки и механическими свойствами обрабатываемых материалов, включая технологические параметры процесса РСО.

Для получения решения, лишенного указанных недостатков, предлагается использовать теоретический метод, который в механике сплошной среды известен как метод верхней оценки.

Для проведения расчета процесса РСО использовалось кинематически возможное поле (рисунок 1, а), состоящее из жестких однородных блоков.

Для установления давления от воздействия реверсивной струи на плоскую преграду примем следующие допущения: обрабатываемая поверхность считается плоским слоем коррозионных отложений, который покрывает листовую поверхность и имеет одинаковую толщину, распространяясь на неограниченную длину вправо и влево от оси симметрии струи; материал обрабатываемой поверхности считается однородным; вид принятого КВП не зависит от изменения скорости струи

в процессе разрушения слоя коррозионных отложений; действие сил инерции не оказывает влияния на характер разрушения слоя коррозионных отложений.

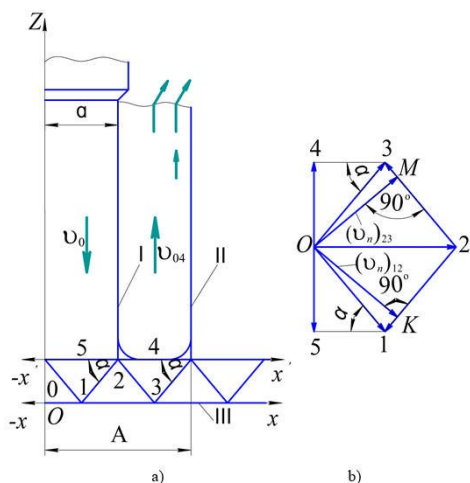


Рисунок 1 – Кинематически возможное поле (КВП) линий скольжения (а) и годограф скоростей (б), принятые для анализа процесса реверсивно-струйной очистки: I – струя рабочей жидкости; II – корпус струйного блока; III – обрабатываемая поверхность

Для определения величины струйного давления на поверхность коррозионного слоя воспользуемся условием баланса мощностей от действия внешних и внутренних сил:

$$W_{Гстр} = W_{вн} \quad (1)$$

где  $W_{Гстр}$  – гидравлическая мощность струи, воздействующей на преграду;  $W_{вн}$  – мощность внутренних сил, действующих на поверхностях разрыва и контактного трения.

В результате решения (1) с учетом вышеназванных допущений и расчетной схемы (рисунок 1) получим выражение для расчета минимального давления разрушения:

$$p_{\min} = 2,6\sigma_s + \rho v_{01}^2 (1 + \lambda). \quad (2)$$

Для практического использования (2) с учетом максимальной гидравлической мощности реверсивной струи, затраченной на разрушение коррозионного слоя, при  $v_{01} = 0,5v_{стр}$  формула (2) примет вид:

$$p_{\min} = 2,6\sigma_s + 0,25\rho(1 + \lambda)v_{стр}^2. \quad (3)$$

Отличительной особенностью уравнения (3) по сравнению с аналогичными формулами для определения струйного давления следует считать то, что оно предназначено для расчета давления именно реверсивной струи на преграду с помощью коэффициента обжатия струи  $\lambda$ , характеризующего дополнительное силовое воздействие струи на преграду уже после разворота ее на  $180^\circ$  в процессе реверсивного течения. Дополнительно научное и практическое значения формулы (3) заключаются в том, что она в результате оптимизации параметра поля  $\alpha$  позволяет определять минимальное давление разрушения  $p_{\min}$  в зависимости от скорости струи  $v_{стр}$  и физико-механических свойств ( $\sigma_s, \rho$ ) разрушаемого материала.