

Математическая модель движения несущего потока в классификаторе гидравлическом горизонтальном

Всеволод Франчук, Андрей Бондаренко

Государственное высшее учебное заведение Национальный горный университет,
просп. Карла Маркса, 19, Днепропетровск, Украина, 49005, e-mail: bondarenkoa@mail.ua

Аннотация. Процесс гравитационной переработки зернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы сопровождается течением несущего потока в пределах разнонаклонных поверхностей, а также оттоком вниз сгущенной пульпы. Корректное описание процесса выполнено путем разработки математической модели движения потока в проточной части классификатора, с применением уравнения Эйлера для идеальной жидкости. Разработанная математическая модель позволяет получить значения скоростей и ускорений потока в характерных участках процесса, что позволит обосновать рациональные параметры устройства, применяемого для гравитационной переработки зернистых материалов.

Ключевые слова: гравитационное разделение, классификатор горизонтальный, математическое моделирование, поток жидкости.

ВВЕДЕНИЕ

Качество природных нерудных песков по физико-механическим свойствам редко соответствует действующим нормам. Поэтому требуется переработка горной массы. Одним из наиболее трудоемких процессов переработки, требующий более тщательного изучения, является процесс отделения песков от мелкодисперсных примесей.

Выделение из исходной массы глинистых или илистых частиц традиционно выполняется в гравитационных аппаратах с горизонтальным движением несущего потока: горизонтальные классификаторы,

дешламаторы, спиральные классификаторы, декантаторы, горизонтальные отстойники и др. Предпочтительным устройством, позволяющим эффективно выделять мелкодисперсные примеси крупностью менее 0,16 мм, является классификатор гидравлический горизонтальный.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать математическую модель движения потока в проточной части классификатора для обоснования рациональных параметров устройств, применяемых для гравитационной переработки зернистых полезных ископаемых.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ НЕСУЩЕГО ПОТОКА

Схема проточной части классификатора приведена на Рис. 1. Процесс гравитационной переработки зернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы сопровождается течением несущего потока в пределах разнонаклонных поверхностей, а также оттоком вниз сгущенной пульпы в пределах участков: разделения, классификации, истечения. Корректное описание процесса гравитационного разделения мелкозернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы требует разработки математической

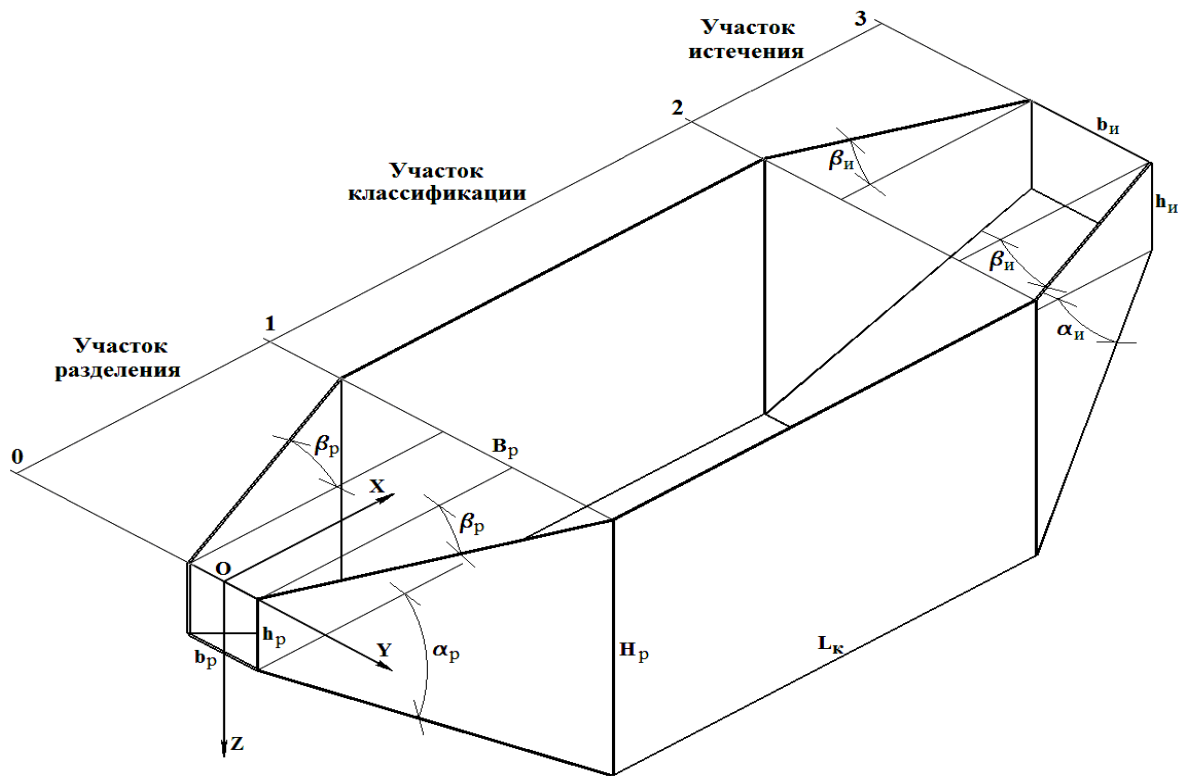


Рис. 1. Схема проточной части классификатора гидравлического горизонтального
Fig. 1. Chart of running part of classifier hydraulic horizontal

модели движения потока в проточной части классификатора с учетом известных моделей распределения скорости потока по его глубине.

В настоящей работе предложена математическая модель движения горизонтального потока на участках разделения, осаждения и истечения проточной части классификатора гидравлического горизонтального с учетом распределения потока по глубине. В дальнейшем модель будет использована для обоснования рациональных параметров классифицирующих устройств с горизонтальным движением несущего потока.

Метод исследований. Полученные ранее зависимости [1] описывают движение потока в классификаторе (см. Рис. 1), приняв допущение о незначительности кривизны живых сечений потока. Таким образом, полученные выражения позволяют определить средние значения скорости потока. Также для описания процесса проточная часть классификатора разделена на харак-

терные участки (разделения, классификации, истечения) и введены такие обозначения и допущения:

Q_p – производительность по исходной пульпе и на участке разделения, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_o – производительность по пульпе на участке осаждения, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{и}$ – производительность по пульпе на участке истечения, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{нес}$ – производительность по сгущенной пульпе на участке осаждения, $\text{м}^3/\text{с}$;

b_p, h_p – ширина и высота потока в начальном сечении участка разделения, м;

B_p, H_p – ширина и высота потока в конечном сечении участка разделения и начальном сечении участка осаждения, м;

$b_{и}, h_{и}$ – ширина и высота потока в конечном сечении участка истечения, м;

α_p, β_p – углы расширения потока по осям $O-Z$ и $O-Y$ на участке разделения;

$\alpha_{\text{и}}, \beta_{\text{и}}$ – углы сужения потока по осям $O-Z$ и $O-Y$ на участке истечения.

Для упрощения математического описания введены такие обозначения:

$$\begin{aligned} a &= 2tg\beta_p tg\alpha_p; \quad b = b_p tg\alpha_p + h_p 2tg\beta_p; \\ d &= 2tg\beta_{\text{и}} tg\alpha_{\text{и}}; \quad e = B_p tg\alpha_{\text{и}} + H_p 2tg\beta_{\text{и}}; \\ f &= B_p H_p. \end{aligned}$$

Движение потока жидкости в горизонтальном классификаторе, ввиду изменения живого сечения потока по длине, является плавно изменяющимся и обладает следующими свойствами:

а) кривизна линий тока незначительна, поэтому центробежные силы не учитываются;

б) ввиду малой скорости движения вихревые потоки не учитываются;

в) поток питается постоянным гидродинамическим напором, его верхняя граница принимается горизонтальной;

г) плотность несущего потока постоянна.

Описание движения потока жидкости в горизонтальном классификаторе выполнено с применением уравнения Эйлера для идеальной жидкости [2], которое в работе [1] привели к такому общему виду

$$\begin{cases} \frac{du_x}{dt} = u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + 2tg\beta u_x \frac{\partial u_x}{\partial y} + \\ + tg\alpha u_x \frac{\partial u_x}{\partial z}; \\ \frac{du_y}{dt} = u_x tg\beta \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_x (tg\beta)^2 \frac{\partial u_x}{\partial y} + \\ + u_x tg\alpha tg\beta \frac{\partial u_x}{\partial z}; \\ \frac{du_z}{dt} = u_x tg\alpha \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_x tg\beta tg\alpha \frac{\partial u_x}{\partial y} + \\ + (tg\alpha)^2 u_x \frac{\partial u_x}{\partial z}. \end{cases} \quad (1)$$

В зависимости от режима движения жидкости, скорость потока в проточной части классификатора распределяется по нелинейным законам [2, 3]. Определим па-

раметры движения потока в горизонтальном классификаторе с принятыми геометрическими параметрами.

В принятой конструкции горизонтальный поток разделен на n параллельных потоков посредством продольных перегородок. В связи с этим, примем допущение, что кривизна сечения всего потока вдоль оси $O-Y$ незначительна, поэтому частная производная $\frac{\partial u_x}{\partial y} = 0$.

Эксплуатация классификатора предполагается в комплексе с землесосным снаряжением. В соответствии с опытом применения земснарядов при разработке рудных и нерудных песков, средняя объемная концентрация пульпы не превышает 10 % [4-9].

При такой низкой концентрации, и параметрах движения близких к турбулентному, распределение скорости может быть описано степенным законом [3]. В соответствии с исследованиями движения потока в открытом русле зависимость скорости потока, на участке разделения, от его глубины имеет вид функции

$$U_{xp} = u_{xp} \frac{p+1}{p} \left(\frac{(h_p + x_p tg\alpha_p) - z_p}{h_p + x_p tg\alpha_p} \right)^{\frac{1}{p}}. \quad (2)$$

Систему уравнений (1) для участка разделения представим как

$$\begin{cases} \frac{du_{xp}}{dt} = u_{xp} \frac{\partial u_{xp}}{\partial x} + tg\alpha_p u_{xp} \frac{\partial u_{xp}}{\partial z}; \\ \frac{du_{yp}}{dt} = u_{xp} tg\beta_p \frac{\partial u_{xp}}{\partial x} + u_{xp} tg\alpha_p tg\beta_p \frac{\partial u_{xp}}{\partial z}; \\ \frac{du_{zp}}{dt} = u_{xp} tg\alpha_p \frac{\partial u_{xp}}{\partial x} + (tg\alpha_p)^2 u_{xp} \frac{\partial u_{xp}}{\partial z}. \end{cases} \quad (3)$$

Учитывая приведенную зависимость скорости от глубины потока (2) система уравнений скорости потока на участке разделения примет вид

$$\left\{ \begin{aligned}
 U_{xp} &= \frac{Q_p}{ax_p^2 + bx_p + c} \cdot \frac{p+1}{p} \times \\
 &\times \left(\frac{(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p}{h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p} \right)^{\frac{1}{p}} H(f_1(x, z)); \\
 U_{yp} &= \operatorname{tg} \beta_p \frac{Q_p}{ax_p^2 + bx_p + c} \cdot \frac{p+1}{p} \times \\
 &\times \left(\frac{(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p}{h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p} \right)^{\frac{1}{p}} H(f_1(x, z)); \\
 U_{zp} &= \operatorname{tg} \alpha_p \frac{Q_p}{ax_p^2 + bx_p + c} \cdot \frac{p+1}{p} \times \\
 &\times \left(\frac{(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p}{h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p} \right)^{\frac{1}{p}} H(f_1(x, z)).
 \end{aligned} \right. \quad (4)$$

где p – эмпирический коэффициент, для гладких поверхностей принимают из диапазона 7...10 [10]; $H(f_1(x, z))$ – функция Хевисайда равна единице при положительном значении $f_1(x, z)$ и нулю при нулевом и отрицательном значении этой функции. Для участка разделения

$$f_1(x, z) = \left[1 - \left(\frac{z_p}{h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p} \right)^2 \right]$$

Пример графического описания полученных теоретических зависимостей для скорости потока на участке разделения (4), приведен на Рис.2, а. Из графиков видно, что на участке разделения скорости по всем координатам закономерно снижаются, пропорционально увеличению площади сечения потока.

После преобразований и упрощений систему (3) для определения распределения ускорений потока во всех точках сечения на участке разделения в направлении осей $O-X$, $O-Y$, $O-Z$ запишем как систему уравнений (5).

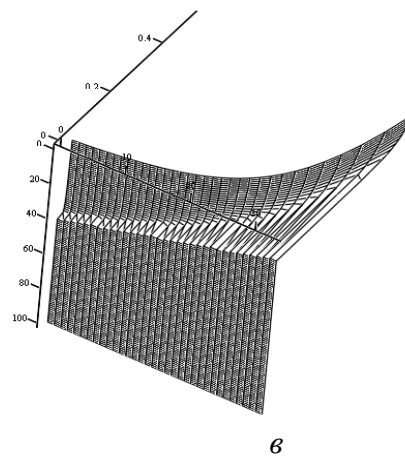
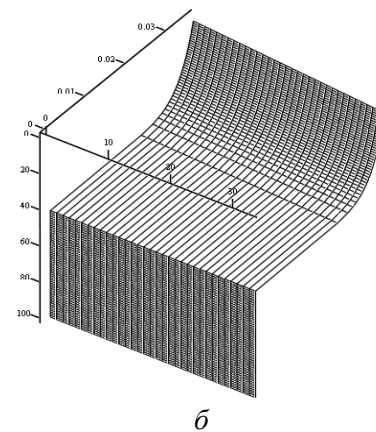
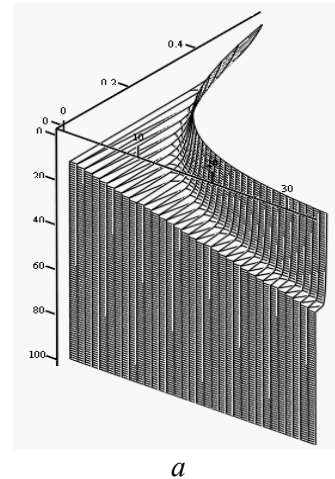


Рис. 2. Скорость потока в классификаторе гидравлическом горизонтальном в участках: а – разделения; б – классификации; в – истечения

Fig. 2. Flowrate in a classifier hydraulic horizontal in areas: а – divisions; б – classifications; в – expirations

$$\begin{aligned}
\frac{dU_{xp}}{dt} &= \frac{Q_p^2(p+1)^2 \cdot \left[(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p \right] \frac{1}{p} \cdot \operatorname{tg} \alpha_p \cdot (ax_p^2 + bx_p + c) \cdot p}{p^3 \cdot (ax_p^2 + bx_p + c)^3 \left(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p \right) \frac{2}{p}} \times \\
&\times \left[\frac{(2ax_p + b) \left[(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p \right] \frac{1}{p}}{\operatorname{tg} \alpha_p \cdot (ax_p^2 + bx_p + c)} - \frac{\frac{1}{z_p^p}}{(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p)} - \left[\left(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p \right) \frac{1}{p} - \frac{1}{p} z_p^{\frac{1}{p}-1} \right] \right] \cdot H(f_1(x, z)); \\
\frac{dU_{yp}}{dt} &= \frac{Q_p^2(p+1)^2 \cdot \left[(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p \right] \frac{1}{p} \cdot \operatorname{tg} \alpha_p \cdot \operatorname{tg} \beta_p \cdot (ax_p^2 + bx_p + c) \cdot p}{p^3 \cdot (ax_p^2 + bx_p + c)^3 \left(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p \right) \frac{2}{p}} \times \\
&\times \left[\frac{(2ax_p + b) \left[(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p \right] \frac{1}{p}}{\operatorname{tg} \alpha_p \cdot (ax_p^2 + bx_p + c)} - \frac{\frac{1}{z_p^p}}{(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p)} - \left[\left(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p \right) \frac{1}{p} - \frac{1}{p} z_p^{\frac{1}{p}-1} \right] \right] \cdot H(f_1(x, z)); \\
\frac{dU_{zp}}{dt} &= \frac{Q_p^2(p+1)^2 \cdot \left[(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p \right] \frac{1}{p} \cdot \operatorname{tg} \alpha_p \cdot (ax_p^2 + bx_p + c) \cdot p}{p^3 \cdot (ax_p^2 + bx_p + c)^3 \left(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p \right) \frac{2}{p}} \times \\
&\times \left[\frac{(2ax_p + b) \left[(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p) - z_p \right] \frac{1}{p}}{\operatorname{tg} \alpha_p \cdot (ax_p^2 + bx_p + c)} - \frac{\frac{1}{z_p^p}}{(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p)} - \operatorname{tg} \alpha_p \cdot \left[\left(h_p + x_p \operatorname{tg} \alpha_p \right) \frac{1}{p} - \frac{1}{p} z_p^{\frac{1}{p}-1} \right] \right] \cdot H(f_1(x, z)).
\end{aligned} \tag{5}$$

Ускорення потоку на участку розділення, приклад розрахунку якого зображено на

Рис.3, а, має негативні значення з гіперболічним зменшенням абсолютних значень до близьких нулю при переході в область класифікації.

Для визначення швидкості горизонтального потоку на участку класифікації використаємо отримані раніше вирази [1], що характеризують швидкість течії потоку по осях $O-X$ і $O-Z$ при незначительній кривизні сечення потоку.

Тоді, з урахуванням закономірності розподілу прискорення потоку по його глибині вираз швидкості потоку на участку класифікації отримав у вигляді системи рівнянь (6).

Приклад побудови поверхні залежності для швидкості потоку на участку

класифікації показано на Рис.2, б. З графіка видно, що швидкість потоку також зменшується через витік стиснутої пульпи.

$$\begin{cases} U_{xk} = \frac{Q_p - qx_k}{B_p H_p} \cdot \frac{p+1}{p} \left(\frac{H_p - z_k}{H_p} \right)^{\frac{1}{p}} \cdot H(f_2(x, z)); \\ U_{zk} = \frac{q}{B_p} \cdot \frac{p+1}{p} \left(\frac{B_p - z_k}{B_p} \right)^{\frac{1}{p}} \cdot H(f_2(x, z)). \end{cases} \tag{6}$$

Для участку класифікації

$$f_2(x, z) = \left[1 - \left(\frac{z_k}{H_p} \right)^2 \right].$$

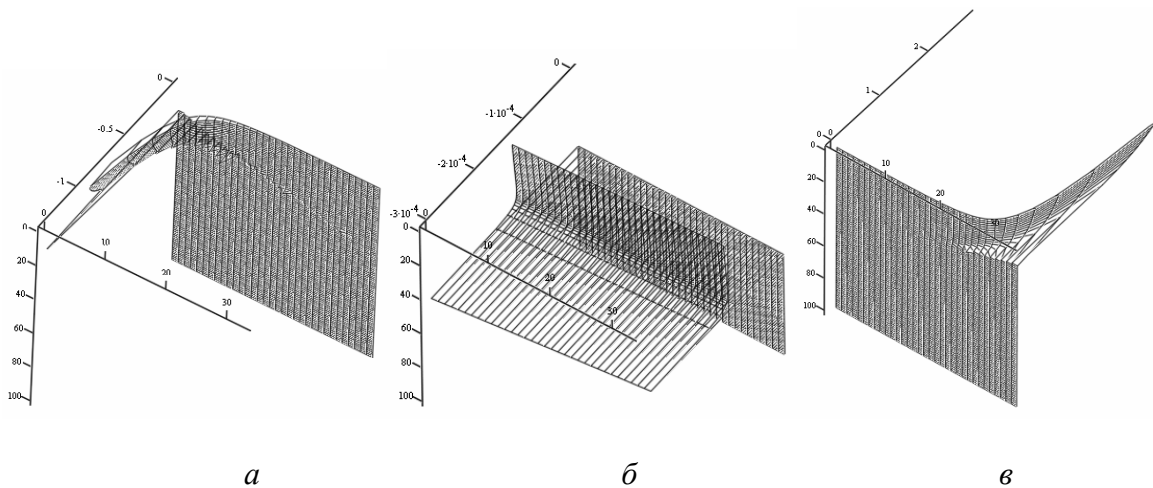


Рис. 3. Ускорение потока в классификаторе гидравлическом горизонтальном в участках: *а* – разделения; *б* – классификации; *в* – истечения

Fig. 3. Acceleration of stream in a classifier hydraulic horizontal in areas *a* – divisions; *б* – classifications; *в* – expirations

После подстановок и преобразований запишем выражение для определения ускорений потока во всех точках сечения на участке классификации в направлении осей *O-X*, *O-Z* в виде системы уравнений

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dU_{\text{ХК}}}{dt} &= \frac{q^2 x_{\text{К}} - Q_p q}{1} \cdot \frac{p+1}{p} \cdot \frac{(H_p - z_{\text{К}})^{\frac{1}{p}}}{\frac{p^2+p+1}{p}} \times \\ &\quad B_p^2 H_p^{\frac{1}{p}} \times \left[\frac{Q_p - q x_{\text{К}}}{B_p (H_p)^{2p}} + \frac{1}{p(H_p - z_{\text{К}})} \right] \cdot H(f_2(x, z)); \\ \frac{dU_{\text{ЗК}}}{dt} &= \frac{-(q x_{\text{К}} - Q_p)^2}{B_p^2 H_p^{\frac{1}{p+2}}} \cdot \frac{p+1}{p^2} \times \\ &\quad \frac{1}{p} \times (H_p - z_{\text{К}})^{\frac{1}{p}} \cdot H(f_2(x, z)). \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Пример построения поверхности для ускорения потока на участке классификации показан на Рис.3, *б*. Ускорение потока на данном участке остается отрицательным и близким нулю.

Гидродинамические показатели течения потока в области истечения опишем аналогично зависимостям, полученным для области разделения. Тогда зависимость скорости потока от его глубины в

рассматриваемой области запишем как функцию

$$u_{\text{ХИ}} = u_{\text{ХИ}}^{\text{ср}} \frac{p+1}{p} \left(\frac{(H_p - x_{\text{И}} \text{tg} \alpha_{\text{И}}) - z_{\text{И}}}{H_p - x_{\text{И}} \text{tg} \alpha_{\text{И}}} \right)^{\frac{1}{p}}. \quad (8)$$

Ввиду наличия перегородок, разделяющих поток в области истечения, аналогичных участку разделения принимаем, что кривизна сечения всего потока вдоль оси *O-Y* мала. Значит систему уравнений (1) для скорости потока на участке истечения представим как

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{du_{\text{ХИ}}}{dt} &= u_{\text{ХИ}} \frac{\partial u_{\text{ХИ}}}{\partial x} + \text{tg} \alpha_{\text{И}} u_{\text{ХИ}} \frac{\partial u_{\text{ХИ}}}{\partial z}; \\ \frac{du_{\text{УИ}}}{dt} &= u_{\text{ХИ}} \text{tg} \beta_{\text{И}} \frac{\partial u_{\text{ХИ}}}{\partial x} + u_{\text{ХИ}} \text{tg} \alpha_{\text{И}} \text{tg} \beta_{\text{И}} \frac{\partial u_{\text{ХИ}}}{\partial z}; \\ \frac{du_{\text{ЗИ}}}{dt} &= u_{\text{ХИ}} \text{tg} \alpha_{\text{И}} \frac{\partial u_{\text{ХИ}}}{\partial x} + (\text{tg} \alpha_{\text{И}})^2 u_{\text{ХИ}} \frac{\partial u_{\text{ХИ}}}{\partial z}. \end{aligned} \right. \quad (9)$$

Тогда, учитывая приведенное выражение скорости от глубины потока (8) система уравнений скорости потока на участке истечения примет вид (10) для участка истечения

$$f_3(x, z) = \left[1 - \left(\frac{z_{\text{И}}}{H_p - x_{\text{И}} \text{tg} \alpha_{\text{И}}} \right)^2 \right].$$

Пример графического описания разработанной математической модели для скорости потока на участке истечения (10), приведен на Рис.2, в. Очевидно, что на участке истечения скорость увеличивается, пропорционально уменьшению площади сечения потока.

$$\left\{ \begin{aligned} u_{xi} &= \frac{Q_i}{dx_i^2 - ex_i + f} \times \\ &\times \frac{p+1}{p} \left(\frac{(H_p - x_i tg\alpha_i) - z_i}{H_p - x_i tg\alpha_i} \right)^{\frac{1}{p}} \cdot H(f_3(x, z)); \\ u_{yi} &= tg\beta_i \frac{Q_i}{dx_i^2 - ex_i + f} \times \\ &\times \frac{p+1}{p} \left(\frac{(H_p - x_i tg\alpha_i) - z_i}{H_p - x_i tg\alpha_i} \right)^{\frac{1}{p}} \cdot H(f_3(x, z)); \\ u_{zi} &= tg\alpha_i \frac{Q_i}{dx_i^2 - ex_i + f} \times \\ &\times \frac{p+1}{p} \left(\frac{(H_p - x_i tg\alpha_i) - z_i}{H_p - x_i tg\alpha_i} \right)^{\frac{1}{p}} \cdot H(f_3(x, z)). \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Применив полученные выражения (9, 10), после преобразований также записали систему уравнений для определения ускорения потока во всех точках сечения на участке истечения в направлении осей $O-X$, $O-Y$, $O-Z$.

Участок истечения, в соответствии с разработанной математической моделью, характеризуется увеличением значений ускорений потока по гиперболическому закону от близких нулю отрицательных при переходе из участка осаждения до максимальных положительных в конце участка истечения (Рис.3, в).

ВЫВОДЫ

Разработанная математическая модель движения жидкости в проточной части

классификатора гидравлического горизонтального позволяет получить значения скоростей и ускорений потока в характерных участках процесса с учетом известных моделей распределения скорости потока по его глубине. Полученная математическая модель будет применена при описании процесса осаждения твердых частиц, движимых ускоренным несущим потоком пульпы, что позволит обосновать рациональные параметры устройств, применяемых для гравитационной переработки зернистых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Франчук В.П., Бондаренко А.А., 2014. Теоретические основы процесса движения жидкости в классификаторе гидравлическом горизонтальном. Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. Днепропетровск, Вып.114, 185-191.
2. Богомолов А.И., Михайлов К.А., 1972. Гидравлика: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва, Стройиздат, 648.
3. Кизевальтер Б.В., 1979. Теоретические основы гравитационных методов обогащения. Москва, Недра, 295.
4. Шкундин Б.М., 1986. Гидромеханизация в энергетическом строительстве. Москва, Энергоатомиздат, 224.
5. Ялтанец И.М., Егоров В.К., 1999. Гидромеханизация. Москва, Изд-во МГТУ.
6. Огородников С.П., 1986. Гидромеханизация разработки грунтов. Москва, Стройиздат, 256.
7. Сукач М.К., 2013. Плавучі засоби для розробки підводних ґрунтів. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, № 81, 55-62.
8. Бессонов Е.А., 1999. Технология и механизация гидромеханизированных работ: Справ. пособие для инж. и техн. Москва, Центр, 543.
9. Бондаренко А.А., 2012. Совершенствование размывающих систем землесосных снарядов: моногр. Днепропетровск, Национальный горный ун-т, 105.
10. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М., 1954. Механика сплошных сред. 2-е изд., перераб. и доп. Москва, Гос. издат. техн.-теор. лит., 795.

REFERENCES

1. **Franchuk V.P., Bondarenko A.O., 2014.** [Theoretical fundamentals of liquid flow process in horizontal hydraulic classifier]. Geotechnical mechanics: Int.-dep. coll. of sci. works. IGTM NAS of Ukraine, Dnepropetrovsk, Vol.114, 185-191 (in Russian).
2. **Bogomolov A.I., Mihaylov K.A., 1972.** Gidravlika [Hydraulic], Stroytekhizdat, Moscow, Russia, 648 (in Russian).
3. **Kizelvatser B.V., 1975.** Teoreticheskie osnovi gravitatsionnykh metodov obogasheniya [Theoretical fundamentals of gravitational dressing methods], Nedra, Moscow, 295 (in Russian).
4. **Shkundin B.M., 1986.** Gidromekhanizatsiya v energeticheskoy stroitel'stve [Hydro mechanization energy building]. Energoatomizdat, Nedra, Moscow, Russia, 224. (in Russian).
5. **Yaltanets I.M., Egorov V.K., 1999.** Gidromekhnizatsiya [Hudromechanization], MSMU, Moscow. (in Russian).
6. **Ogorodnikov S.P., 1986.** Gidromekhnizatsiya razrabotki gruntov [Hudromechanization extraction of soil], Stroyizdat, Moscow, 256 (in Russian).
7. **Sukach M.R., 2013.** Plavuchi zasoby dlja rozrobky pidvodnykh gruntiv [Floating facilities for development of underwater ground]. Girnichi, budivelni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr.81, 55–62 (in Ukrainian).
8. **Bessonov E.A., 1999.** Technology and mechanization of the hydraulic mechanization works: Certificate manual for engineers and technicians, Tsentr, Moscow, 543. (in Russian).
9. **Bondarenko A.A., 2009.** Sovershenstvovanie razmivayushih sistem zemlesosnih snaryadov [Perfection of the washings out systems of shallow dredge], NGU, Dnepropetrovsk, Ukraine 105. (in Russian).
10. **Landau L.D., Livshits E.M., 1954.** Mekhanika sploshnykh sred [Continuum Mechanics]. Moscow, Russia, 795 (in Russian).

MATHEMATICAL MODEL OF BEARING
STREAM MOTION IN CLASSIFIER
HYDRAULIC HORIZONTAL

Vsevolod Franchuk, Andrii Bondarenko

State higher educational establishment National
mining university
Karl Marks avenue, 19, Dnepropetrovsk, Ukraine,
49005, e-mail: bondarenkoa@mail.ua

Summary. To develop the mathematical model of stream motion in running part of classifier, for the ground the rational parameters of device, applied for the gravity processing of grainy materials. For correct description of process the mathematical model of stream motion in running part of classifier, with the use of Euler equalization for an ideal liquid is developed.

The process of the gravity processing of grainy materials in the horizontal stream of mash is accompanied the flow of bearing stream within the limits of sloping surfaces, and also by the outflow of spissated mash.

Physical and mathematical models of interaction between liquid end of classificatory and horizontal accelerated stream carrying hard particles have been developed.

The developed mathematical model allows to get the values of speeds and accelerations of stream in the characteristic areas of process, it will allow to ground the rational parameters of device, applied for the gravity processing of grainy materials.

Key words: gravity division, horizontal classifier, mathematical design, stream of liquid.