

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Гравитационные методы обогащения

**Лекция 11 Теоретические закономерности обогащения в струе
воды текущей по наклонной поверхности**

Преподаватель: Мотовилов Игорь Юрьевич
доктор PhD. Кафедры «Металлургия и обогащение
полезных ископаемых»

motovilov88@inbox.ru

Содержание

- 1. Закономерности движения потока воды по наклонной плоскости**
- 2. Движение частиц в потоке воды, текущей по наклонной поверхности**

Общие сведения

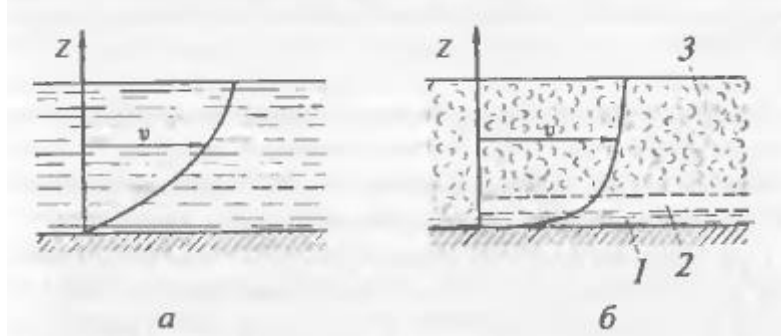
Начало применения текущего по наклонной поверхности потока воды для выделения самородных металлов из россыпей теряется в глубокой древности. Для обогащения в потоке воды использовались простейшие по конструкции устройства – **шлюзы**. **Угол наклона шлюзов меньше угла трения частиц**, при котором они скользят под действием силы тяжести по наклонному днищу. Поэтому движение частиц по желобу производится **потоком воды**.

Обогащение в струе воды, текущей по наклонной плоскости базируется на разнице в характере движения минеральных частиц, отличающихся свойствами, под влиянием динамических воздействий на них потока. В зависимости от размера, плотности и формы, одни частицы отлагаются на дне (русле) устройства, другие перемещаются по нему безотрывно либо скачкообразно или в непрерывно-взвешенном состоянии.

Характер движения частиц зависит от соотношения их **гидравлической крупности** с параметрами потока, **состояния русла**, **отношения Ж:Т**, **конструктивных особенностей аппарата** и др. К важнейшим из параметров относится **скорость потока**.

Закономерности движения потока воды по наклонной плоскости

При ламинарном движении жидкости по наклонной поверхности распределение скоростей потока по нормали к поверхности имеет вид параболы и определяется формулой: $\vartheta = \frac{gZ(2h-Z)\sin\alpha}{2\nu}$



Распределение скоростей жидкостей в ламинарном (а) и турбулентном (б) потоках:

1 – пограничный слой; 2 – переходная зона;
3 – турбулентная зона

Зависимость между средней по сечению потока скоростью и максимальной скоростью на поверхности:

$$\vartheta_{\text{ср}} = \frac{2}{3}\vartheta_{\text{п}} = \frac{1}{3}\frac{gh^2\sin\alpha}{\nu}$$

Существует при числах Рейнольдса:

$$Re = \frac{R \cdot \vartheta}{\nu} < 300 - 580$$

Толщина (глубина потока) в зависимости от расхода жидкости Q и

ширины желобов, определяется по выражению: $h = \sqrt{\frac{3 \cdot Q \nu}{g \cdot b \cdot \sin\alpha}}$

Режим движения	Скорости потока, м/с, при глубине, см				
	0,5 см	1,0 см	2,5 см	10 см	20 см
Ламинарный	<0,07	<0,04	<0,018	<0,005	<0,0018
Турбулентный	>0,42	>0,22	>0,11	>0,02	>0,01

Закономерности движения потока воды по наклонной плоскости

При турбулентном движении происходит перемешивание жидкости между отдельными слоями, в результате которого скорости несколько выравниваются. Весь поток условно делится на три зоны – ламинарный пограничный слой, переходную и основную турбулентную зоны.



Схема кинематической структуры турбулентного потока

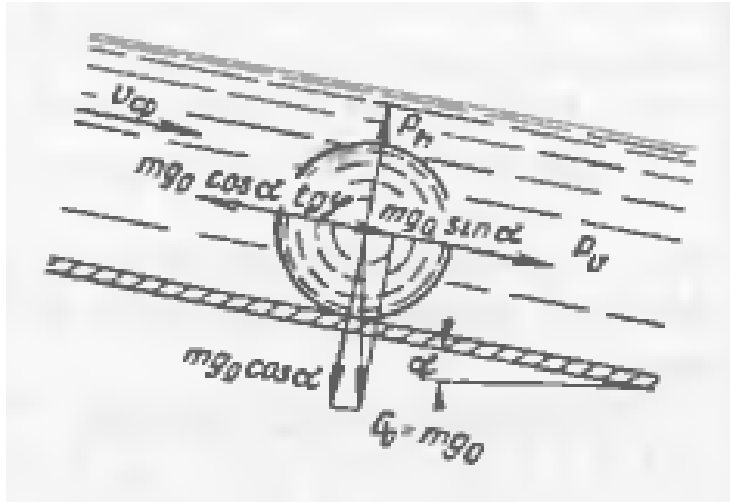
Средняя скорость потока по наклонному желобу определяется по формуле Шези: $v_{cp} = c\sqrt{R \cdot \sin\alpha}$, $c = \frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}}$ для прямоугольных каналов:

$$R = \frac{bh}{2h+b} - \frac{h}{1+2\frac{h}{b}}$$

Интенсивность турбулентности зависит в основном от скорости потока и шероховатости дна. Осредненная вертикальная составляющая скорости турбулентного потока воды равна по Савельеву: $v_{верт} = \frac{0,078v_{cp}}{H^{0,22}}$

В обогащательных аппаратах вертикальная составляющая скорости турбулентного потока обычно составляет несколько сантиметров в секунду. Эта составляющая скорости оказывает непосредственное влияние на процесс концентрации тяжелых фракций в продольном слое материала желобах.

Движение частиц в потоке воды, текущей по наклонной поверхности



Силы действующую на частицу в струе воды, текущей по наклонной плоскости

Вес частицы в воде: $G_0 = mg_0$

Динамическое давление потока на частицу в направлении ее скорости движения:

$$P_v = \psi(v_{cp} - v_3)^2 d^2 \rho_{ж}$$

Динамическое давление вертикальной составляющей скорости потока c , действующую в направлении подъемной силы:

$$P_c = \psi_1 c^2 d^2 \rho_{ж}$$

и трения: $P_T = (mg_0 \cos \alpha - \psi_1 c^2 d^2 \rho_{ж}) f$

При установившемся режиме скорость движения частицы влечением составит:

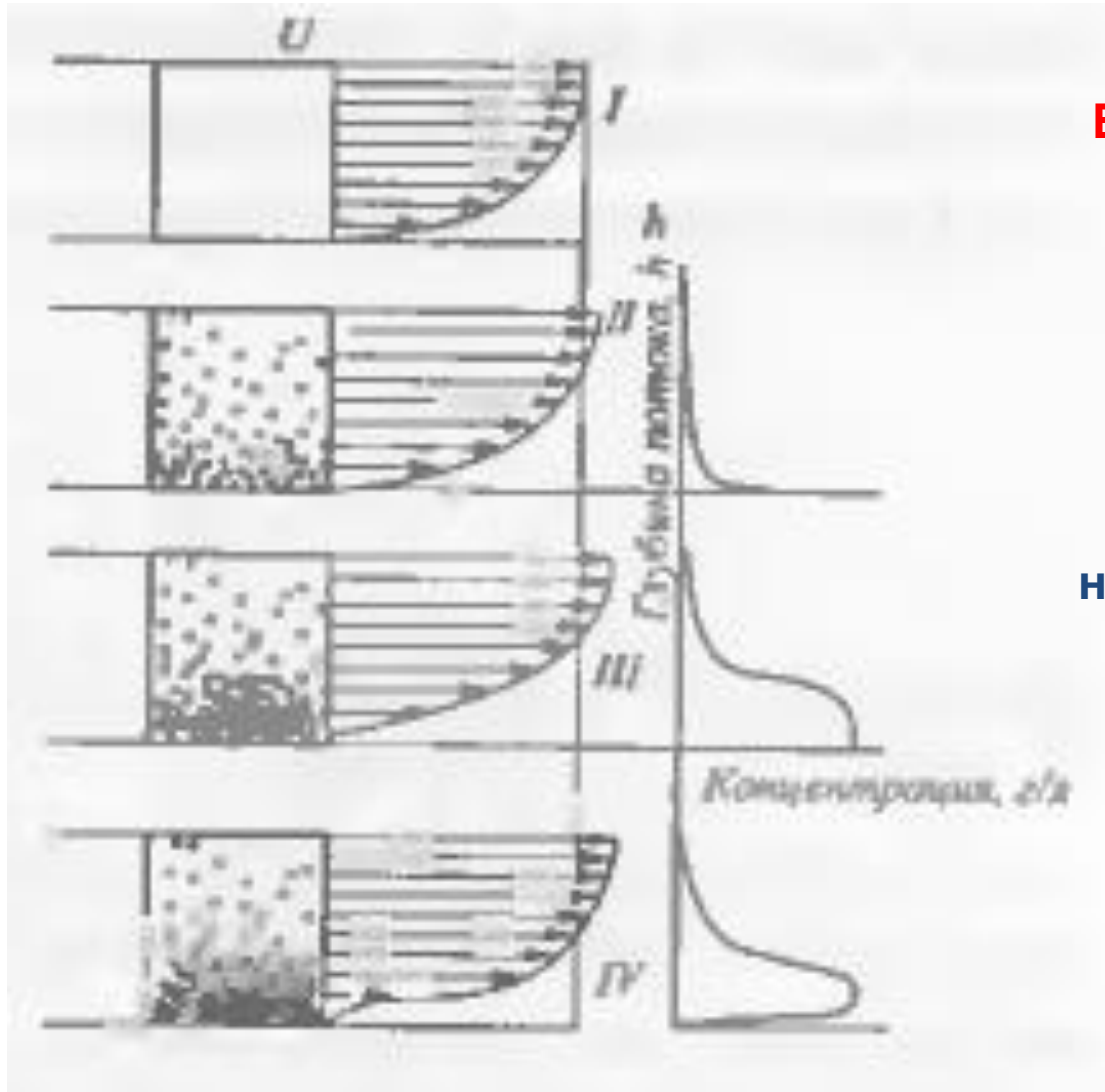
$$v_3 = v_{cp} - \sqrt{v_0^2 (f \cos \alpha - \sin \alpha) - c^2 f}$$

Для частиц у которых: $\sqrt{v_0^2 (f \cos \alpha - \sin \alpha) - c^2 f} > v_{cp}$ влечение происходить не может. Значение скорости, при которой частица начинает двигаться влечением, называется смывающей скоростью потока U_0 .

$$U_{01} = U_{02} = \sqrt{v_{01}^2 (f_1 \cos \alpha - \sin \alpha) - c_1^2 f_1} = \sqrt{v_{02}^2 (f_2 \cos \alpha - \sin \alpha) - c_2^2 f_2}$$

$$e = \frac{d_1}{d_2} = \frac{\psi_1 (\rho_{T2} - \rho_{ж}) f_2}{\psi_2 (\rho_{T1} - \rho_{ж}) f_1} \text{ коэффициент равносторонности}$$

Движение частиц в потоке воды, текущей по наклонной поверхности



Вертикальное распределение усредненных скоростей с различным содержанием в них твердой фазы:

I – при отсутствии частиц твердой фазы; **II** – при наличии полностью взвешенных частиц; **III** – при наличии движущегося донного слоя частиц; **IV** – при неподвижном донном слое