

Исследование по грануляции комплексных удобрений показали, что статическая прочность гранул находится в пределах 1,9-7,1 МПа, а гигроскопическая точка составляет 50,4-62,0% относительной влажности воздуха.

Проведенные предварительные агрохимические исследования показали, что удобрения, полученные на основе фосфорита Каратау, не уступают по своей эффективности стандартным комплексным удобрениям.

Результаты исследования подтверждают, что смешение природных фосфоритов с различными минеральными азот- и калийсодержащими добавками позволяет добиться высокой степени перевода фосфора в усвояемую форму, и может рассматриваться как эффективный способ получения фосфорных и комплексных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Dormeshkin O., Minakouski A., Shatsila V. Influence of mineral additives on activation of low concentrated phosphate rocks in complex fertilizers production // Proceedings of the 2nd International Sciences Congress «Fundamental Studies in America, Europe and Asia: Humanitarian and Social Sciences». International Agency for Development of Culture, Education and Science. USA, New York, 2014. P. II – p. 621-626.

2 Ларионова О.И., Минаковский А.Ф., Шатило В. И., Дормешкин О.Б. Получение комплексных удобрений из низкосортных фосфоритов. // «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии»: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 26-28 ноября 2014г.: в 2 ч. – Минск: БГТУ, 2014. – Ч.1 – с. 28-31.

УДК 53 (023)

Ю.Д. Алашкевич, проф., д-р техн. наук mart@sibgtu.ru

В.И. Ковалев, доц., канд. техн. наук mart@sibgtu.ru

Р.А. Марченко, ст. преп. r.a.marchenko@mail.ru
(СибГТУ, г. Красноярск)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ СКОРОСТИ И ДАВЛЕНИЯ ВОДНОЙ СТРУИ ПРИ КОНТАКТЕ ЕЁ С ПРЕГРАДОЙ

Минимальной скоростью струи при контакте с неподвижной преградой является величина этой скорости, при которой возникает гидравлический удар, когда струя приобретает абсолютную жесткость и не подвержена деформации в поперечном сечении, даже в мгновенного момента контакта ее фронта с неподвижной преградой [1].

Характер процессов, происходящих при мгновенном контакте водной струи с неподвижной преградой, имеет свои особенности. Предметом настоящего исследования является выявление зависимости указанных параметров струи от её температуры, при нормальном давлении. Оценку произведём по зависимости

$$v_{\min} = \frac{\lambda}{\eta}, \text{ м/с}, \quad (1)$$

где λ - поверхностное натяжение воды, Н/м; η - динамическая вязкость воды, Па·с.

Оценку давления, возникающего в месте мгновенного контакта с неподвижной преградой фронта набегающей на нее струи, произведём по зависимости:

$$P_{y0} = \rho \cdot c \cdot \frac{\lambda}{\eta}, \text{ Па [1]}, \quad (2)$$

где λ - поверхностное натяжение для воды; Н/м; η - динамическая вязкость для воды, Па·с; ρ - плотность струи, кг/м³; c - скорость ударной волны, м/с.

Произведем количественную оценку минимальной скорости, при которой произойдет гидродинамический удар при нормальных условиях ($t = 20$ °С, $P = 101$ кПа):

- поверхностное натяжение для воды $\lambda = 0.072$ Н/м [2];
- динамическая вязкость для воды $\eta = 0.001$ Па·с [2].

Подставив табличные значения [9] параметров воды (λ и η) в формулу (1), получим минимальную скорость струи, при которой в момент удара она начинает вести себя как абсолютно жесткое, недеформируемое твердое тело:

$$v_{\min} = \frac{0.072}{0.001} = 72 \text{ (м/с)}$$

Проведем количественную оценку давления, возникающего в месте контакта фронта налетающей струи с неподвижной преградой.

Подставив в формулу (2) табличные значения всех параметров, входящих в нее, получим:

$$P_{y0} = 1000 \cdot 1500 \cdot \frac{0.072}{0.001} = 0.8 \cdot 10^6 \text{ Па (1101,3 кг/см}^2\text{)}$$

Оценку давления, возникающего в месте мгновенного контакта с неподвижной преградой фронта набегающей на нее струи, при непрерывном ее истечении произведём по зависимости

$$P = \rho v^2, \text{ Па [1]}. \quad (3)$$

Далее выясним влияние температуры воды, из которой сформирована струя, на её минимальную скорость и давление при которой имеет место полноценный гидродинамический удар в момент контакта фронта струи с неподвижной преградой.

Составим таблицу зависимости параметров (λ) и (η) от температуры струи (t) в диапазоне от 0°C до 100°C соответственно со справочными данными [2].

Таблица 1 - Зависимость коэффициентов поверхностного натяжения (λ) и динамической вязкости (η), а также минимальной скорости струи (v_{min}) и давлений ($P_{\text{уд}}$ и $P_{\text{ист}}$), развивающихся в месте мгновенного контакта ее при столкновении с неподвижной преградой

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Н/м}$	$\eta, \text{Па}\cdot\text{с}$	$v_{\text{min}}, \text{м/с}$	$P_{\text{уд}}, \text{МПа}$	атм	$P_{\text{ист}}, \text{Мпа}$	атм
0	0,07562	0,001792	42,2	63,300	645,48	1,781	18,16
5	0,0749	0,001519	49,32	73,980	645,48	2,433	24,81
6	0,07476	0,001473	50,76	76,140	754,386	2,577	26,278
7	0,07462	0,001428	52,24	78,360	799,05	2,729	27,828
8	0,07448	0,001386	53,74	80,610	821,993	2,888	29,449
9	0,07434	0,001346	55,22	82,830	844,631	3,049	31,091
10	0,0742	0,001308	56,74	85,110	867,881	3,219	32,825
11	0,07407	0,001271	58,26	87,390	891,13	3,394	34,609
12	0,07392	0,001236	59,79	89,685	914,533	3,570	36,404
13	0,07373	0,001203	61,3	91,950	937,629	3,758	38,321
14	0,07364	0,001171	62,89	94,335	961,949	3,955	40,330
15	0,07348	0,00114	64,43	96,645	985,505	4,151	42,328
16	0,07334	0,001111	66,01	99,015	1009,672	4,357	44,429
17	0,0732	0,001083	67,6	101,460	1033,992	4,570	46,601
18	0,07305	0,001056	69,18	103,770	1058,160	4,786	48,804
19	0,07289	0,001023	71,26	106,890	1089,975	5,078	51,781
20	0,07275	0,001005	72,39	108,585	1107,259	5,240	53,433
21	0,0726	0,000981	74,00	110,000	1121,688	5,476	55,840
22	0,07244	0,000958	75,62	113,430	1156,664	5,718	58,307
23	0,07228	0,000936	77,24	115,860	1181,443	5,966	60,836
24	0,07212	0,000914	78,89	118,335	1206,682	6,224	63,467
25	0,07196	0,000894	80,52	120,780	1231,613	6,484	66,118
26	0,0718	0,000874	82,18	123,270	1257,004	6,754	68,872
27	0,07164	0,000855	83,84	125,760	1282,395	7,029	71,676
28	0,07147	0,000836	85,49	128,235	1307,633	7,309	74,531
29	0,07131	0,000818	87,18	130,770	1333,483	7,600	77,498
30	0,07115	0,000801	88,86	133,290	1359,180	7,896	80,517
35	0,07035	0,000723	97,37	146,055	1489,347	9,481	96,679
40	0,06955	0,000656	106,02	159,030	1621,655	11,240	114,616
45	0,06873	0,000599	114,78	172,170	1755,645	13,174	134,337
50	0,0679	0,000549	123,59	185,385	1890,401	15,275	155,762
60	0,06617	0,000469	141,15	211,725	2158,994	19,923	203,158
70	0,06441	0,000406	158,61	237,915	2426,058	25,157	256,530
80	0,0626	0,000357	175,6	263,400	2685,933	30,835	314,430
90	0,06074	0,000317	191,91	287,685	2933,571	36,829	375,554
100	0,05884	0,000284	207,33	310,995	3171,266	42,986	438,335

В таблицу 1 введем также рассчитанные по формулам (1), (2) и (3) соответствующие значения минимальной скорости струи (v_{in}), давления, развивающегося в месте мгновенного контакта фронта струи с неподвижной преградой (P_{yo}), при минимальной скорости (v_{in}) струи и давления в этом же месте при ее непрерывном истечении ($P_{ист}$).

Выводы

Из таблицы следует, что в заданном диапазоне изменения температуры струи:

- коэффициент поверхностного натяжения λ уменьшается в 1,285 раза;
- коэффициент динамической вязкости η уменьшается в 6,315 раз.

Соответственно, минимальная скорость струи v_{in} (17) в заданном диапазоне изменения температуры от 0 °С до 100 °С возрастает в 4,9 раза, что, согласно с формулой (18) ведет к увеличению во столько же раз и величины давления P в месте мгновенного контакта струи с неподвижной преградой.

А что произойдет, если струя сформирована из волокнистой целлюлозной суспензии с концентрацией 1...3 %? Можно предположить, что, в отличие от известных ножевых способов размола, ударно-пульсационное гидродинамическое воздействие, при скорости струи суспензии, превышающей v_{in} (17), при заданной температуре, обеспечит размол волокна с сохранением его природной длины, особенно, применительно к коротковолокнистым листовым породам. Такой вывод напрашивается потому, что полученные величины давления, развивающегося в месте контакта струи с неподвижной преградой (см. таблицу 1), распространяющегося в виде ударной волны в обратном направлении со скоростью звука по всей длине струи, превышают пределы прочности пучков волокон, что должно вести к разделению их в продольном направлении под действием гидродинамических сил и кавитационного эффекта.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках государственного задания по теме «Закономерности процессов и совершенствование оборудования при заготовке древесины, глубокой химической переработке биомассы дерева и восстановление лесов Сибири» № государственной регистрации НИР: 114042140006.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гегузин Я.Е. Капля / Я.Е. Гегузин // М.: Наука, 2014, - 184 с.
- 2 Справочник химика. Т.1. / гл. ред. Б. П. Никольский . – 2-е изд., перераб. и доп . – М.-Л. : Госхимиздат, 1963 . – 1071 с.