

Ефремков Дмитрий Николаевич

аспирант

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

г. Тула, Тульская область

СТРУЕФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ УСПОКОИТЕЛЯ НА ПОТОК ВОДЫ

Аннотация: в данной статье автор демонстрирует эффективность воздействия успокоителя на поток воды в зависимости от его конструкции, места установки в стволе, длины и чистоты обработки его пластин.

Ключевые слова: турбулентность, успокоитель, ствол, струя, сотовый успокоитель, длина канала, гидравлические комбайны, гидромеханические комбайны, струеформирующее устройство.

Известно, что длина ствола положительно влияет на гашение турбулентности в проходящем через него потоке воды. Исследования показали, что увеличение длины ствола до соотношения $l_c = 50D_K$ обеспечивает создание компактной струи. Стволы с такой длиной канала не всегда могут быть применены, поэтому для гашения турбулентности в стволе устанавливаются специальные устройства – успокоители (рис. 1). Успокоитель помещается внутри ствола, рассекает поток воды на несколько частей и в результате способствует гашению поперечных циркуляционных течений, выравниванию продольной скорости потока, гашению турбулентных возмущений. Это создает компактность струи. Как показали исследования, эффективность воздействия успокоителя на поток воды зависит от его конструкции, места установки в стволе, длины и чистоты обработки его пластин.

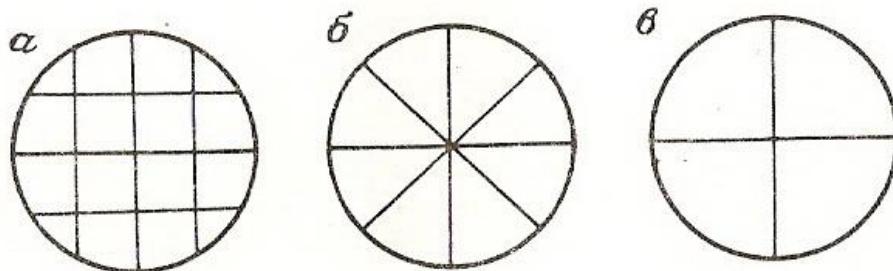


Рис. 1. Успокоители:
в – сотовый; б – радиальный; в – крестообразный

Успокоитель представляет собой металлический цилиндр с наружным диаметром, равным внутреннему диаметру ствола, внутри которого устанавливаются продольные пластины параллельно оси ствола. Успокоители отличаются порядком размещения продольных пластин. Основным требованием к размещению пластины внутри ствола должно быть их взаимно перпендикулярное пересечение в центре успокоителя, которое устраниет турбулентность потока.

На основе указанных основных типов успокоителей созданы различные их модификации [1; 2]. При сравнительных исследованиях успокоителей наиболее эффективным в работе оказался сотовый с четным количеством ячеек. Но при применении струеформирующих устройств со стволом малого диаметра ($D_k \leq 20$ мм), когда изготовление сотового успокоителя будет сложно, рекомендуется крестообразный успокоитель. Проводимые исследования с такими успокоителями показали, что применение его при определенных условиях позволило погасить циркуляционные течения и турбулентные возмущения в потоке. Применение такого успокоителя простейшего типа дает возможность значительно сократить длину канала ствола (при указанных исследованиях с $l_c = 50 D_k$ до $l_c = 17,5 D_k$).

Струеформирующие устройства могут быть двух видов – без успокоителя и с успокоителем в канале ствола. В первом случае устройство выполняется с достаточной длиной канала ствола, где и будет происходить гашение турбулентности (рис. 2). Такие устройства применялись в гидравлических исполнительных

органах экспериментальных шахтных установок, в которых ствол с каналом диаметром 10 и длиной 500 мм заканчивался двумя насадками малого диаметра. Такое соотношение обеспечивало достаточную компактность струи. Для уменьшения длины ствола в устройстве этого типа может быть установлен успокоитель.

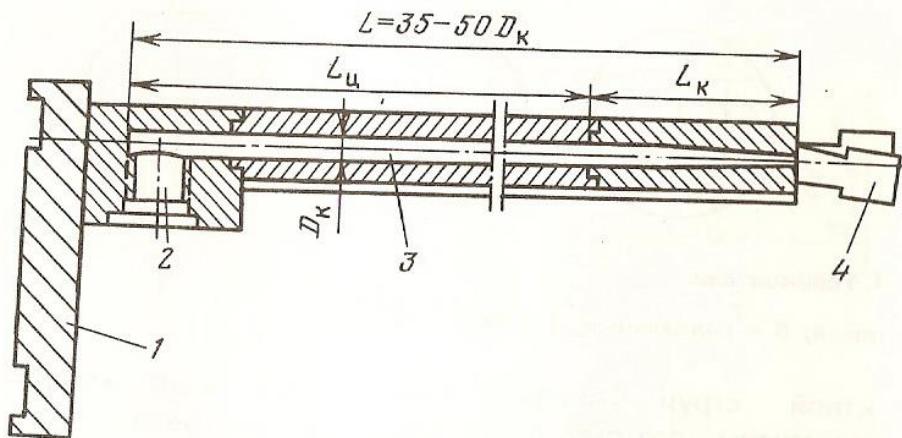


Рис. 2. Струеформирующее устройство без успокоителя:

- 1 – крепление к исполнительному органу; 2 – ввод воды; 3 – канал;
- 4 – гнезда для насадок

Для создания исполнительных органов гидравлических и гидромеханических комбайнов габариты струеформирующего устройства должны быть минимальными и сохранять гидравлические и гидродинамические качества. С этой целью в ИГД им. А.А. Скочинского были проведены специальные исследования. Рассматривая схему струеформирующего устройства (рис. 3), можно выделить следующие его зоны. Зона l_1 образуется успокоителем, в ней происходят выравнивание скоростей потока и гашение турбулентных возмущений. Между успокоителем и началом насадки расположена вторая зона l_2 в которой обеспечивается плавный осесимметричный подвод воды к насадке. Последней третьей зоной l_3 является насадка, где окончательно выравнивается эпюра скоростей в поперечном сечении на выходе из насадки и формируется пограничный слой струи. Результаты исследований подтвердили и уточнили ранее выявленное положение: наилучшие гидродинамические показатели струи обеспечиваются при определенных зависимостях размеров зон струеформирующего устройства. Так, для

формирования тонких струй с начальным участком длиной $l_h \geq 70d_0$ рекомендуемые параметры элементов струеформирующего устройства будут следующие;

Диаметр ствола D_K (7–10) d_0

Длина успокоителя l_1 (2–2,5) D_K

Расстояние от конца успокоителя до насадки l_2 (1–1,5) D_K

Длина конусно-цилиндрической насадки с углом конусности 13–14° и длиной цилиндрической части 3–4 D может быть определена по формуле

$$l_3 = \frac{D_k - d_0}{\beta} + nd_0 \quad , (1)$$

$$2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

где β – угол конусности насадки; nd_0 – длина цилиндрической части насадки.

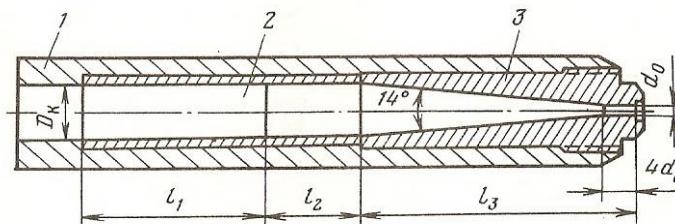


Рис. 3. Струеформирующее устройство с успокоителем:

1 – корпус; 2- успокоитель; 3 – насадка

Диаметр водоподводящего трубопровода может быть равен или меньше диаметра ствола, и выбор его производится с учетом условий размещения его на исполнительном органе комбайна и возникающих в нем гидравлических потерь, которые не должны превышать 15–20% исходного давления. Необходимая длина начального участка струи, помимо указанных в табл. 1.3 соотношений параметров струеформирующего устройства, достигается также чистотой обработки ствола устройства и пластин успокоителя, обеспечивающей величину относительной шероховатости $R/\Delta > 300$, где R – радиус сечения ствола, мм; Δ – высота шероховатости, мм; величина Δ принимается равной R_z по ГОСТ 2789–80 для соответствующего класса чистоты обработки.

Таким образом, используя успокоитель нам удается не только погасить турбулентность в потоке воды проходящем через ствол струеформирующего устройства, но и уменьшить его габаритные размеры сохранив гидравлические и

гидромеханические качества, что является не мало важным для создания исполнительных органов гидравлических и гидромеханических комбайнов.

Список литературы

1. Никонов Г.Л. Разрушение горных пород струями воды высокого давления / Г.Л. Никонов, И.А. Кузмич, Ю.А. Гольдин. – М.: Недра, 1986. – 143 с.
2. Бреннер В.А. Гидромеханическое разрушение горных пород / В.А. Бреннер, А.Б. Жабин, А.Е. Пушкарев, М.М. Щеголевский. – М.: Изд-во АГН, 2000. – 348 с.