

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РАДИАЛЬНОГО ИЛОСКРЕБА

О. В. Мирончук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Ф. Андреев

Утилизация и обезвреживание сточных вод является одной из самых важных экологических проблем настоящего времени. В этом направлении наработано множество разнообразных технологических методов. Сущность механического метода утилизации состоит в том, что осадок, выпадающий на дно отстойника, удаляется илоскребами, предназначенными для сгребания механических примесей.

На очистных сооружениях г. Гомеля применяются радиальные отстойники Ø 40 м, которые представляет собой круглые в плане резервуары с размещенными внутри илоскребами. Конструкции применяемых илоскребов зависят от назначения отстойника и вида осадка. Илоскребы, применяемые в первичных радиальных отстойниках, представляют собой вращающийся механизм со скребковыми крыльями и периферийным приводом. На рис. 1 показан общий вид радиального илоскреба, основными динамическими элементами которого являются: 1 – скребковые крылья с комплектом скребков; 2 – пешеходный подвижный мост; 3 – ходовая тележка с электродвигателем привода моста; 4 – опорно-поворотный узел моста и рамы подвески скребковых крыльев; 5 – площадка обслуживания, размещенная на центральной опоре; 6 – борт радиального отстойника.

Принцип работы илоскреба заключается в следующем. Подвижный мост опирается на площадку обслуживания и ходовую тележку, перемещаемую по борту радиального отстойника. От установленной на ходовом колесе тележки мотор-редуктора крутящий момент передается ведущему катку, движущемуся по борту отстойника. Мощность мотор-редуктора в зависимости от его модели может составлять до 1,5 кВт. Подвижный мост является активным водилом, приводящим илоскреб во вращательное движение вокруг вертикальной оси резервуара.

Опорно-поворотный узел сконструирован на основе упорно-радиального подшипника большого диаметра и направляющего цилиндра, которые в свою очередь

опираются на железобетонную центральную опору, соединенную анкерными болтами с дном прямого отстойника.

Рабочими органами илоскреба являются два скребковых крыла, которые при помощи стоек и тяг соединяются с опорно-поворотным узлом.

Скребки, укрепленные на скребковых крыльях под определенным углом, сдвигают неравномерно распределенный по дну отстойника осадок в центральный приямок отстойника, откуда он направляется на обезвоживание. Размеры скребков изменяются по мере приближения их к центральному приямку. Для компенсации неровностей поверхности осадка скребки оснащены устройствами, с помощью которых корректируется их расположение по высоте. Максимальная высота отдельных неровностей осадка в тонкослойных отстойниках может достигать от 0,15–0,5 м.

В зависимости от объема выпавшего осадка илоскребный механизм работает в непрерывном режиме или периодически. В последнем случае он включается за 1 ч до начала удаления осадка. Частота вращения скребковых крыльев может регулироваться от 1 до 3,5 оборотов в час.

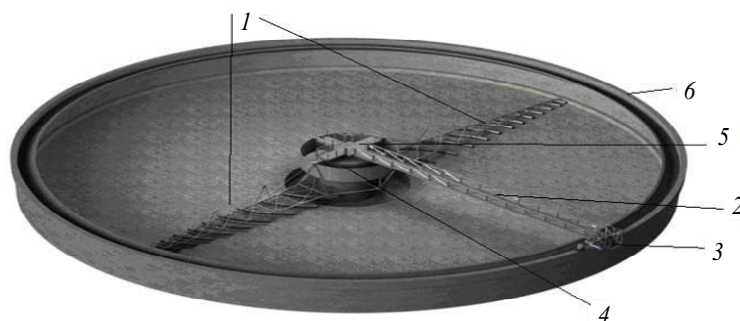


Рис. 1. Общий вид илоскреба

Постановка задачи исследования. Неравномерное распределение толщины осадка по дну отстойника приводит к случайным ударным нагрузкам скребковых крыльев и ослаблению их крепления к опорно-поворотному узлу, что, в свою очередь, вызывает вынужденные колебания скребковых крыльев в вертикальной плоскости. Согласно технической документации, для радиальных илоскребов допустимое вертикальное отклонение оси скребкового крыла от горизонтали не должно превышать 1 мм на длине 1 м.

Возникающие вибрации, амплитуда которых превышает допустимые значения, приводят к износу и поломке стыковочных узлов скребковых крыльев с опорой. Задачей данного исследования является создание модели для определения динамических параметров, минимизирующих амплитуду вынужденных колебаний скребковых крыльев.

Динамическая модель илоскреба. Основные отличия динамической модели от реального механизма заключаются в разрыве кинематических цепей механизма, что вносит дополнительную подвижность в модель [1].

Для разработки динамической модели механизма радиального илоскреба будем считать, что все звенья механизма являются недеформируемыми. Так как жесткость стыковочных узлов скребковых крыльев и центральной опоры из-за часто возникающих перегрузок не обеспечивает эффективную работу илоскреба, узлы стыковки скребковых крыльев и опорно-поворотного узла заменяем безынерционными кинематическими узлами.

матическими связями. За основу динамической модели илоскреба принимаем механическую систему с тремя степенями свободы. С этой целью узлы A и B стыковки скребковых крыльев с опорным узлом заменяем малыми линейными перемещениями ξ_A и ξ_B , имеющими упруго-диссипативные характеристики Ψ и c (рис. 2).

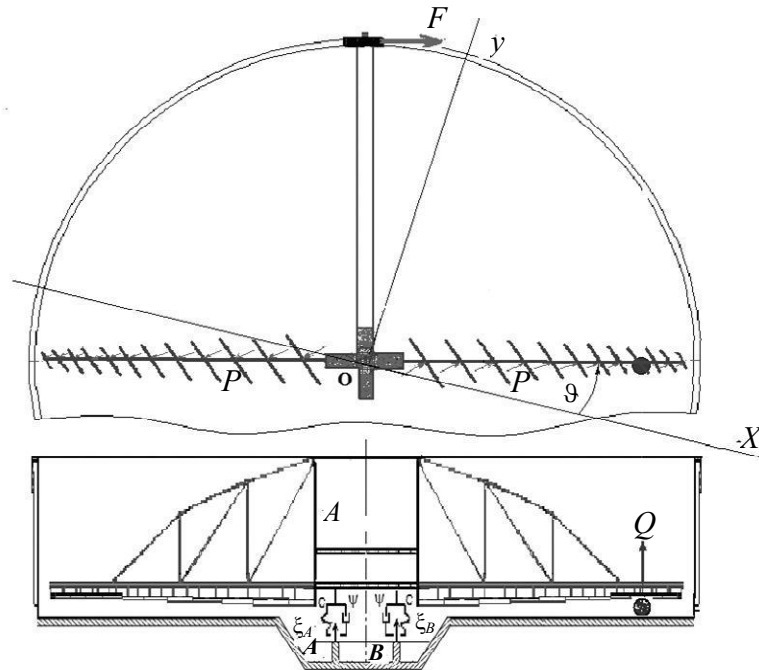


Рис. 2. Кинематическая схема динамической модели илоскреба

В качестве обобщенных координат динамической модели илоскреба принимаем: θ – угол поворота в горизонтальной плоскости скребкового крыла; ξ_A и ξ_B – малые вертикальные перемещения точек крепления опорно-поворотного узла относительно железобетонной центральной опоры. Предлагаемая форма записи уравнений движения динамической модели илоскреба определяется преобразованием трех уравнений Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{dq_j} \right) - \frac{dT}{dq_j} = Q_j, \quad j=1, 2, 3, \quad \text{где } q_1 = \theta, \quad q_2 = \xi_A, \quad q_3 = \xi_B.$$

Заключение. Построена динамическая модель илоскреба радиального типа в виде механической системы тремя степенями свободы. Численное решение трех дифференциальных уравнений движения этой системы позволяет определить влияние кинематических и силовых параметров исследуемого механизма на частоту и амплитуду вертикальных вынужденных колебаний скребковых крыльев.

Литература

1. Телегин, В. В. Динамика механизмов многопозиционных холодноштамповочных автоматов / В. В. Телегин. – Липецк : ЛГТУ, 2006. – 204 с.