

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМА РАДИАЛЬНОГО ИЛОСКРЕБА

С. Ф. Андреев, О. В. Мирончук

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

Расположенный в радиальном отстойнике первичной очистки илоскреб (рис. 1), предназначенный для сгребания осадка, выпадающего на дно радиального отстойника, представляет собой вращающийся механизм со скребковыми крыльями и периферийным приводом.

Неравномерное распределение толщины и плотности 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, амплитуда которых пре-

вышает допускаемые значения. Согласно технической документации, для радиальных илоскребов допускаемое вертикальное отклонение оси скребкового крыла от горизонтали не должно превышать 1 мм на длине 1 м. В свою очередь, вертикальные колебания вращающейся фермы вызывают изменение положения ведущего колеса ходовой тележки на борту радиального отстойника и его пробуксовку, что приводит к изменению величины крутящего момента, и следовательно, равномерности вращательного движения скребковых крыльев.

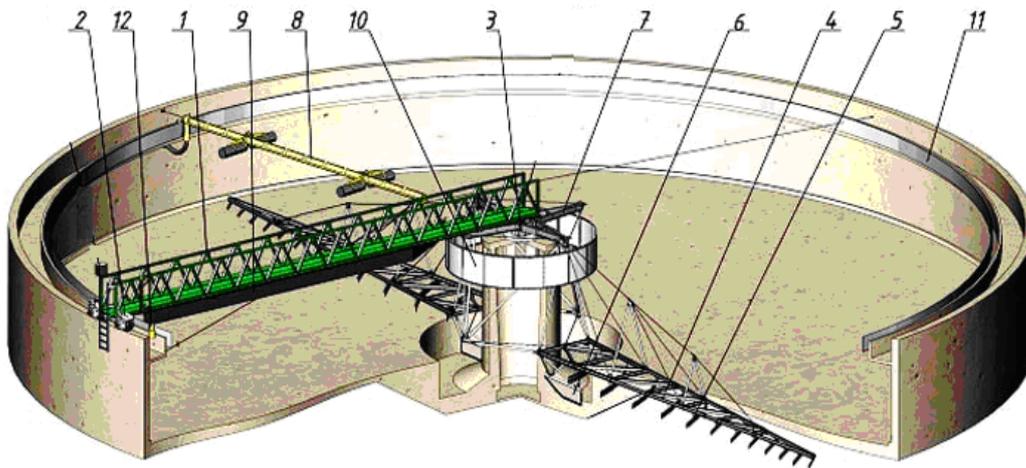


Рис. 1. Общий вид и принципиальное устройство илоскреба:

- 1 – пешеходный подвижный мост; 2 – приводная тележка;
- 3 – опорно-поворотный узел моста и рамы подвески скребковых крыльев;
- 4 – скребковые крылья; 5 – скребки периферийные; 6 – скребки приямка;
- 7 – рама подвески скребковых крыльев; 8 – труба сбора плавающих веществ;
- 9 – полупогружной скребок сбора плавающих веществ; 10 – направляющий цилиндр; 11 – борт радиального отстойника

В настоящее время из-за несовершенности определения гидравлической крупности осадка, и следовательно, неравномерности распределения толщины осадка расчеты динамических параметров механизма илоскребов производятся с достаточно большим запасом, что значительно усложняет конструкцию, повышает ее металлоемкость и стоимость.

Задачей данного исследования является создание математической модели функционирования радиального илоскреба для определения оптимальных динамических параметров, минимизирующих амплитуду вынужденных колебаний. В данной работе авторами предлагается замещающая динамическая модель в виде системы с тремя степенями свободы, в которой узлы стыковки пешеходного моста и приводной тележки, скребковых крыльев и опорно-поворотного узла заменяются безмассовыми демпфирующими устройствами, допускающими малые линейные перемещения с упруго-диссипативными характеристиками. Эта модель является циклической и имеет три степени свободы, причем одна из обобщенных координат φ является циклической. В цикловых механизмах связь между координатами на «входе» и «выходе» описывается нелинейной функцией положения [1]. В качестве двух других обобщенных координат примем отклонения абсолютных координат упруго-диссипативных связей от их идеальных значений: угол поворота скребковых крыльев и вертикальное упругое смещение в центральном опорном узле.

Активными силами, действующими в рассматриваемой системе, являются: а) крутящий момент $M_{дв}$ электродвигателя приводной тележки; б) силы и моменты сил сопротивления, вызванные выполняемым технологическим процессом, которые приложены к скребковой ферме при движении скребков по неровностям поверхности осадка; в) упругие и диссипативные силы, возникающие при деформации упругих элементов.

В математической модели примем допущения, упрощающие ее решение:

1. Обобщенная координата, определяющая вертикальные смещения в зазорах опорных кинематических пар подчинена условию: $|z| \leq \delta$, где δ – величина зазора в анкерном креплении.

2. Рассматриваются только вертикальные смещения в зазорах анкерных креплений.

3. Силы упругости в зазорах кинематических пар имеют линейный характер [2].

В математических расчетах имеющие сложный характер силовые характеристики с использованием метода гармонического анализа представлены в аналитической форме, что позволяет для создания математического алгоритма использовать систему трех уравнений Лагранжа II рода. В результате решения жесткой системы дифференциальных уравнений методом численного интегрирования получены осциллограммы обобщенных скоростей для трех различных вариантов динамической характеристики электродвигателя $M_K(\omega)$.

Анализ полученных результатов показал: а) колебания в анкерных соединениях центрального опорного узла с фундаментом вызывают дополнительные периодически изменяющиеся вертикальные смещения илоскреба; б) увеличение коэффициента жесткости центрального опорного узла увеличивает собственные частоты и не может являться эффективной мерой ограничения колебаний, а снижение жесткости приводит к большим динамическим нагрузкам, вызывающим интенсивные колебательные движения скребковых крыльев; в) на динамику илоскреба существенное влияние оказывает динамическая характеристика асинхронного электродвигателя – регулируя посредством частотного преобразователя вид функции $M_K(\omega)$, можно добиться минимального влияния неровной поверхности илового осадка на равномерное движение илоскреба.

Л и т е р а т у р а

1. Вульфсон, И. И. Нелинейные задачи динамики машин / И. И. Вульфсон, М. З. Коловский. – М. : Машиностроение, 1968. – 284 с.
2. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики. Т. 2: Динамика / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб. : Лань, 2009.