

В ходе экспериментальных исследований видно, что оребрение помольных барабанов предотвращает рост температуры поддерживая ее в стабильных величинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гомалинский, В. А. Анализ движения загрузки в горизонтальной планетарной мельнице / В. А. Гомалинский, Д. Н. Боровский, Д. В. Семенов // Нефтегазохимия - 2022: материалы V Международного научно-технического форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке, Минск, 2 – 4 ноября 2022 г. Минск: БГТУ, 2022. С. 226–230.

2. Вайтехович, П. Е. Эффективность разрушающего воздействия мелющих тел в горизонтальной планетарной мельнице / П. Е. Вайтехович, Г. М. Хвесько, П. С. Козлов // Труды БГТУ. Минск: БГТУ, 2013. № 3 (159). С. 182–187.

УДК 697.84

Новиков С.Ю., Гребенчук П.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК В АСПИРАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ

Расчёт на ветровые нагрузки – неотъемлемая часть жизни конструкторов при проектировании и разработке аппаратов и оборудования, которые подвержены воздействию ветра. Их надежность и устойчивость зависит от правильности расчётов, которые производит конструктор. В нынешней реальности оперативное выполнение заказов на разработку, экономичность производства и небольшая металлоёмкость оборудования – залог успеха.

Разработка программ для черчения и 3D моделирования для ПЭВМ дала огромный скачок в скорости выполнения конструкторской документации и её качества. Их возможности создания моделей, быстрое создание видов на основе модели, расчёт на сопротивление материала, а также многие другие возможности стали неотъемлемой частью работы конструктора. Из огромного количества программ, применимых для расчёта ветровых нагрузок, можно выделить две, наиболее, на наш взгляд, соответствующие специфике задачи: КОМПАС-3D и SOLIDWORKS.

Для расчёта различных воздействий на оборудование, отдельных узлов и деталей можно пользоваться двумя методами. Первый – расчёт нагрузок вручную и назначения их для дальнейшего моделирования

воздействия на объект исследования. Второй, более практичный, эффективный, удобный, но требующий дополнительных материальных затрат – это использовать специализированные дополнения в вышеуказанных пакетах.

Для специализированных дополнений пакетов программ КОМПАС-3D и SOLIDWORKS при моделировании ветровых нагрузок (поток) требуется задаться скоростью и направлением ветра. Создаётся отчёт в виде документа, который в дальнейшем можно использовать для расчёта на прочность дымовой трубы от силы ветрового давления. Можно сделать назначения на основе ручного расчёта. Всё зависит только от возможности ПЭВМ или обеспеченности дополнений программ, в ряде случаев лучше использовать узкоспециализированные программы.

Самый практичный самостоятельный способ расчета ветровых нагрузок без программ представлен в 11 главе СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Составляется математическая модель, проводится расчёт по секторам (объект делится на не более чем 10-метровые участки по высоте) и можно анализировать воздействие на конструкцию, например, на дымовую трубу. Далее можно приступать к финальной части разработки конструкторской документации.

В СП 20.13330.2016 указано, что нормативное значение основной ветровой нагрузки w следует определять, как сумму средней w_m и пульсационной w_g составляющих.

$$w = w_m + w_g \quad (1)$$

При определении внутреннего давления w_i пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

Нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c \quad (2)$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления; $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e ; c – аэродинамический коэффициент.

Нормативное значение ветрового давления w_0 принимается в зависимости от ветрового района. Нормативное значение ветрового давления допускается уточнять в установленном порядке на основе данных местных метеостанций. В этом случае w_0 , Па, следует определять по формуле:

$$w_0 = 0,43 v_{50}^2 \quad (3)$$

где v_{50} – скорость ветра, м/с, на уровне 10 м над поверхностью земли для местности типа А определяемая с 10-минутным интервалом осреднения и с периодом повторяемости 50 лет, т.е. превышаемая в среднем один раз в 50 лет.

Эквивалентная высота z_e определяется следующим образом. Для башенных сооружений, мачт, труб, решетчатых конструкций и т.п. сооружений z_e зависит от размера здания в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер), а также от высоты здания.

В расчетах могут приниматься следующие типы местности:

А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

С – городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

Коэффициент $k(z_e)$ определяется по формуле:

$$k(z_e) = k_{10} (z_e / 10)^{2\alpha} \text{ при } 10 \leq z_e \leq 300 \text{ м} \quad (4)$$

Значения параметров k_{10} и α для различных типов местностей приведены в таблицах.

Нормативное значение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки w_g на эквивалентной высоте z_e необходимо определять следующим образом:

а) для сооружений (и их конструктивных элементов), у которых первая частота собственных колебаний f_1 , Гц, больше предельного значения собственной частоты f_{lim} , – по формуле:

$$w_g = w_m \xi(z_e) v \quad (5)$$

где $\xi(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице или формуле для эквивалентной высоты (z_e); v – коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра.

$$\xi(z_e) = \xi_{10} (z_e / 10)^{-\alpha} \text{ при } 10 \leq z_e \leq 300 \text{ м} \quad (6)$$

Значения параметров ξ_{10} и α для различных типов местностей приведены в таблицах;

б) для всех сооружений (и их конструктивных элементов), у которых $f_1 < f_{lim} < f_2$ – по формуле:

$$w_g = w_m \xi \zeta(z_e) v \quad (6)$$

где f_2 – вторая собственная частота; ζ – коэффициент динамичности, определяемый по схеме в зависимости от суммарного логарифмического декремента колебаний δ и безразмерного периода $T_{g,1}$.

Основные цели наших исследований – это получение данных по ветровым нагрузкам для исследуемых моделей дымовых труб в детальном и упрощённом варианте, их сравнение и анализ. Модели представляют собой дымовые трубы аспирационных установок с различными исполнениями и направлениями потока.

Варианты исполнения следующие: дымовая труба из кирпича с монолитным фундаментом, дымовая труба металлическая, секционная с резьбовыми креплениями, закреплённая на фундаментных болтах, а так же её варианты с расположением у стены цеха с креплением одного или нескольких кронштейнов, дымовая труба цельнометаллическая с креплением у подошвы сварным швом и дополнительной фиксацией с помощью металлических тросов.

Основное направление исследования – разработка методологии упрощённого расчёта дымовых труб аспирационных установок и установление целесообразности применения подробных моделей при расчёте ветровых нагрузок и закупки специализированных программ и дополнений к программным пакетам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свод правил нагрузки и воздействия актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* СП 20.13330.2016.

УДК 66.021.3

Ланкин Р.И., Францкевич В.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

Нурмухамедов Х.С.

(ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ЭЛЕМЕНТА НАСАДКИ НА ГИДРОДИНАМИКУ В МАССООБМЕННОМ АППАРАТЕ С ПОДВИЖНОЙ НАСАДКОЙ

Развитие промышленности с ростом объема производства сопровождается выбросами промышленных газов в атмосферу. Очистка отходящих газов должна обеспечить утилизацию ценных компонентов и охрану окружающей среды от загрязнения. Как правило, на очистку