

Спирина В.С. ©

Аспирант кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение»,
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРОТЕХНИКИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Аннотация

В статье рассматриваются возможные области применения специальных импульсных приводов, совмещающих колебания с различными видами равномерных перемещений, в отличие от гидравлических приводов. Показаны особенности обоих видов приводов, а также преимущества импульсных приводов над гидравлическими.

Ключевые слова: автоколебания вибрационных машин; вибротехника; гидропривод; импульсный привод; строительство.

Keywords: oscillations of vibrating machines; vibrotechnics; hydraulic drive; impulse drive; construction.

Осложнение экономической ситуации затронуло и стремительно развивающуюся в последние годы отрасль строительного производства. В меньшей степени сложившаяся ситуация в отрасли коснулась использования вибрационной техники для выполнения специальных строительных работ. Такая тенденция связана с тем, что начавшееся интенсивное оснащение строительной отрасли современным эффективным импортным оборудованием, даже при отсутствии реальной конкуренции со стороны отечественных производителей, не привело к насыщению парка специального строительного оборудования. В то же время реализуемые строительные проекты предусматривают необходимость использования эффективного вибрационного оборудования с повышенными техническими характеристиками [1].

Принимая во внимание, что специальные колебания показали свою эффективность не только при уплотнении бетона, но и при осуществлении других технологических и транспортных процессов, рассмотрим возможные области применения специальных импульсных приводов, совмещающих колебания с различными видами равномерных перемещений (чаще всего равномерное вращение, совмещенное с крутильными колебаниями).

Рядом достоинств обладает метод параметрического возбуждения автоколебаний вибрационных машин. В частности, такие колебания генерируются приводом с упругим эксцентриком переменной жесткости, постоянно изменяющейся в течение одного оборота. Этот вибратор, отличающийся простотой конструкции, синтезирует в себе свойства всех трех известных типов возбудителей: кинематического, силового и параметрического, и отличается стабильностью возбуждаемых колебаний. Этот вибровозбудитель способен возбуждать полигармонические и асимметричные возмущающие силы.

В настоящее время наряду с механическими приводами все более широкое применение получает гидропривод. Однако, для эффективного его использования надо иметь методику, интегрально учитывающую динамические свойства системы «вибромашина – технологическая нагрузка – привод».

Закон движения вибрационных машин, вследствие наличия упругих связей, определяется уже не только приводом, но и сложными динамическими свойствами системы «технологическая нагрузка – механизмы привода виброустановки». Наличие в системе упругих связей не позволяет кинематически жестко задать параметры движения вибромашин, что, с одной стороны, усложняет расчеты по выбору режимов колебаний, а с

другой – позволяет осуществлять компенсацию динамических нагрузок восстанавливающими силами упругой системы.

В электрогидравлическом следящем приводе кристаллизатора используется гидравлический преобразователь, выполненный по схеме сдвоенного симметричного гидроусилителя типа «сопло – заслонка». Для обеспечения необходимой точности нужно предварительно решить «обратную» задачу управления – по требуемому закону движения исполнительного органа установки найти закон изменения возмущающей силы гидропривода [2].

Решение этих задач может производиться только при глубокой изученности конкретных динамических систем «технологическая нагрузка – вибромашина – привод». На рис. 1 и 2 приведены перемещения и скорости перемещения рабочего органа вибромашины, заданные традиционным образом на пульте управления гидроприводом и реализованные с учетом результатов «обратной задачи».

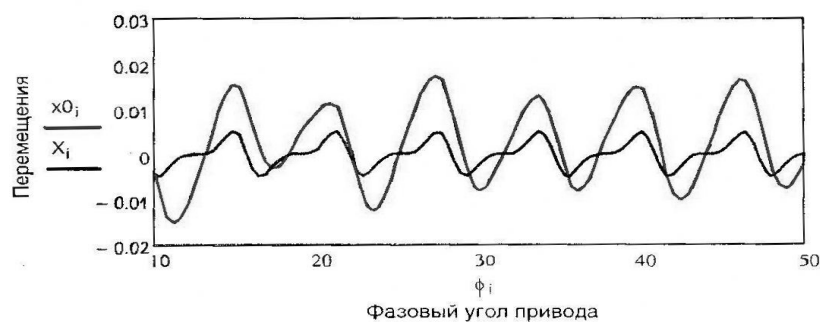


Рис. 1. Заданные и реальные перемещения рабочего органа виброустановки.

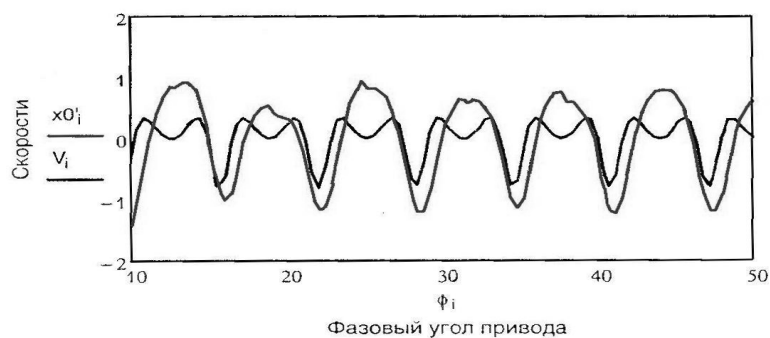


Рис. 2. Заданные и реальные скорости перемещения рабочего органа виброустановки.

Равномерное вращение выполняет традиционные задачи, крутильные колебания используются для снижения сил трения, действующих на рабочий орган вибромашины со стороны перерабатываемого продукта.

К этому типу оборудования, используемого в строительной индустрии, относятся установки для бурения скважин для свай, шнековые смесители, винтовые и спиральные конвейеры, роторные экскаваторы и другие устройства. В перечисленных установках, особенно в тех, которые имеют винтовой рабочий орган, действуют значительные силы трения. В этих случаях для борьбы с силами трения может использоваться известное свойство вибрационных воздействий модифицировать действие этих сил в сторону их снижения. Рассмотрим случай, когда вибрационные воздействия генерируются импульсным приводом.

При многочисленных положительных достоинствах винтовых (шнековых) рабочих органов, основанных на принципе действия механизма «винт – гайка», присущи и органические недостатки – высокое трение в кинематической паре. Винтовой рабочий орган в процессе эксплуатации испытывает значительные технологические сопротивления, что требует применения достаточно мощных приводов и увеличивает его прочностные размеры. В качестве примера рассмотрим винтовой (спиральный) конвейер.

В винтовом конвейере функции винта выполняет транспортирующий орган, а роль гайки исполняет перемещаемый груз. Для того чтобы груз перемещался в винтовом конвейере, необходимо предотвратить его вращение совместно с винтом, т.е. затормозить. Это достигается за счет увеличения сил его трения о кожух конвейера по сравнению с силами трения о витки рабочего органа. Снижение сил трения перемещаемого груза о витки транспортирующего органа винтового конвейера достигается методами вибротехники – сообщением ему, наряду с вращением с постоянной скоростью, крутильных колебаний импульсным приводом.

При небольших и средних заполнениях грузонесущего органа насыпным грузом коэффициент сопротивления транспортированию в трубе, при отсутствии вибрации, по величине примерно равен коэффициенту сопротивления транспортированию (коэффициенту динамического трения) при перемещении по плоской поверхности. С увеличением степени заполнения грузонесущего органа коэффициент сопротивления перемещению в трубе увеличивается по сравнению с коэффициентом сопротивления транспортированию по плоской поверхности. При стопроцентном заполнении обоймы значительной длины сопротивление транспортированию в стационарной трубе значительно повышается, в ряде случаев превышая вес самого груза, т.е. коэффициент сопротивления транспортированию оказывается больше единицы. Это происходит вследствие расклинивания частиц перемещаемого груза в трубе. Однако при сообщении трубе вибрации эти сопротивления резко уменьшаются. Их величина, при тех же параметрах вибрации лишь незначительно превышает сопротивления транспортированию груза, находящегося в свободном состоянии. Вибрация устраняет явления расклинивания груза в трубчатых рабочих органах и существенно уменьшает сопротивления транспортированию.

Для оценки влияния вибрации на изменения модифицированных коэффициентов трения (сопротивлений транспортированию) введено понятие удельного коэффициента сопротивления транспортированию, представляющего собой отношение коэффициента сопротивления транспортированию при вибрации к коэффициенту сопротивления транспортированию без вибрации [3].

Специальные виброимпульсные привода могут возбуждать также асимметричные колебания винта. Физической основой особой эффективности асимметричных режимов колебаний являются их полигармонический состав и эффект снижения эффективной (осредненной) силы трения.

Виброимпульсный привод, который может выполняться в качестве автономного агрегата, устанавливаемого на действующие или вновь производимые традиционные винтовые конвейеры, радикально расширяет их транспортные возможности, упрощает конструкцию и способствует снижению расхода энергии.

В связи с современными тенденциями применения в экскаваторах среднего размера гидропривода, в РИА разработана новая модификация гидроимпульсного привода, генерирующего эффективные в эксплуатационном отношении асимметричные колебания. Импульсный гидропривод сообщает роторному колесу высокочастотные асимметричные крутильные колебания, наложенные на его медленное равномерное перемещение. Разработана новая принципиальная схема гидравлического импульсного привода промышленного роторного экскаватора.

Применение вместо традиционного нового импульсного привода обеспечивает снижение нагрузки на стрелу, поскольку новый привод имеет гораздо меньшую массу и дает возможность перегружать липкие глинистые грузы вследствие предотвращения процессов налипания перегружаемой массы асимметричными крутильными колебаниями роторного колеса. Вследствие снижения массы налипшего груза не происходит уменьшения фактической емкости ковшей. Вместе с тем, под действием вибрации происходит более плотное заполнение ковшей, что приводит к увеличению эксплуатационной производительности машины.

При использовании нового привода уменьшается энергопотребление машины, т.к. трение между грузом и ковшом значительно снижается. Гидравлический импульсный механизм создает только крутильные динамические нагрузки, поскольку опора роторного колеса осуществлена в нейтральной точке системы и на стрелу колебания и динамические нагрузки не передаются.

Литература

1. В.И. Тепликов, Ю.М. Рукин, В.Ф. Горелов // «Петербургский строительный рынок». – 2009. – №7-8(120).
2. Гусев Б.В., Гончаревич И.Ф. Разработка и идентификация объемных инерционных упруговязкопластичных феноменологических моделей для исследования вибрационных технологических процессов переработки сред при производстве композитов и специальных сплавов // The V Moscow International Conference «Theory and Practice of Technologies of Manufacturing Composite Materials and New Metal Alloys Products» (TMCMM). – Moscow, 2008.
3. A.V. Kuklev, Yu. Aizin, I.F. Gongharevich, V.L. Danilov. Computer methods of estimation of efficient process conditions of the ccm's casting mold, The 6 European Conference of Continuous Casting. – ECCS, Rechione, Italy, 2008.