

Суть вопроса

В составе требований со стороны заказчика к выполнению геофизических изысканий вибрационными методами имеются два пункта, которые вызывают у наших исполнителей некоторую растерянность. Речь идет о величине вибрационного усилия и уровне нелинейных искажений. Их предназначение - обеспечить надлежащее качество работ. Практика сегодняшнего дня такова, что эти параметры "спускаются сверху" с требованием их неукоснительного исполнения. Часто возникают случаи, когда выполнить их оказывается невозможным. Вполне исправная вибрационная группа, хорошо зарекомендовавшая себя на предыдущей площади, по каким-то причинам вдруг теряет мощность и качество излучения. Возникает конфликтная ситуация, грозящая срывом контракта.

Цель данной статьи - помочь разобраться в этой ситуации.

Термины

Вибрационное усилие (или как его часто называют - мощность излучения) - это то усилие, с которым вибратор воздействует на поверхность грунта. Измеряется оно косвенным методом с помощью двух акселерометров, установленных на реактивной массе и опорной плите возбuditеля вибрации. Поскольку величина его зависит от многих внутренних и внешних факторов, в электронной системе управления вибратором имеется функция автоматического поддержания его на заданном уровне (*Force Control*).

Исторически сложилось так, что задание усилия осуществляется не в единицах измерения усилия (ньютонах, килограммах или тоннах), а в процентах от величины расчетного усилия вибратора (*Peak Force*). В этом есть свои плюсы и свои минусы. Для получения реальной величины усилия приходится производить некоторые вычисления. С другой стороны, всем понятно, что если вибратор в состоянии развивать 90-95% от расчетного усилия - это хороший вибратор, а у вибратора, способного обеспечить лишь 40-50%, наверняка есть проблемы. Иногда процент вычисляют от усилия прижима плиты (*HDW*), которое ниже расчетного усилия.

Уровень нелинейных искажений - это расчетная характеристика, оценивающая содержание в излучаемом сигнале посторонних составляющих, а именно - составляющих с кратными частотами (*гармоники*). По своей природе электрогидравлический вибратор является нелинейным устройством и не может излучать идеально чистый сигнал. Геофизики, вынужденные с этим смириться, разработали методы исследований, при которых помехи в виде гармоник не мешают (в известной степени) работе.

Выбор мощности излучения

Мощность излучения лишней не бывает. Лишь экономические соображения, ограничи-

вающие количество вибраторов на профиле (а также их тип), заставляют придерживаться того минимума, который обеспечивает получение материала с приемлемым качеством. От конкретного же вибратора, попавшего на профиль, стараются выжать все возможное. При этом, задавая требования по мощности, во внимание обычно принимают не данную конкретную ситуацию, а прецедент, то есть ссылаются на предыдущий случай. Это и является причиной возникновения конфликтной ситуации.

Возможности электрогидравлического вибратора, как и любого другого излучателя, ограничены его энергетическими ресурсами. Более того, он очень чувствителен к величине и характеру нагрузки. При неподвижной опорной плите (работа на жестком грунте) от вибратора легко получить его расчетное усилие, то есть все 100%. При подвижной плите цена за усилие возрастает: чем податливее нагрузка и чем больше амплитуда колебаний плиты, тем больше требуется энергетических затрат на поддержание заданного усилия. В том случае, когда ресурсов вибратора не хватает, вибрационное усилие падает ниже заданного уровня. Одновременно ухудшается и его качество.

Таким образом, один и тот же вибратор, попадая в различные условия работы, меняет свои излучающие способности. Прежде чем формулировать требования к характеристикам излучения, было бы правильным предварительно оценить возможности вибраторов в конкретных условиях работы. Без экспериментов здесь не обойтись, поскольку специфику каждого данного случая определяют множество факторов. К ним относятся не только реологические характеристики грунта на профиле, но и состояние его поверхности, а также сезонные и климатические условия.

Суть эксперимента состоит в следующем. После выбора рабочего диапазона частот вибраторов производится запись семейства амплитудно-частотных характеристик вибрационного усилия при постепенно возрастающем уровне мощности, начиная с минимального (40-45%), и заканчивая максимальным (95-99%), с шагом приращения 5%. Полученная картина наглядно демонстрирует не только предельные характеристики излучения, но и позволяет

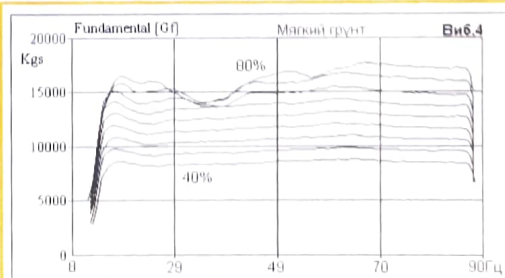


Рис. 1 Семейство АЧХ вибрационного усилия



выявить ограничивающие факторы. Эти факторы могут быть как объективными, не зависящими от исполнителя (параметры конструкции вибратора, нагрузочные характеристики грунта), так и связанными с техническим состоянием вибратора (неисправность или неоптимальная настройка). Если технические проблемы исполнитель может (и обязан) устранить, то объективные факторы остается лишь принять во внимание при выставлении требований к параметрам излучения.

Такие эксперименты приходится проводить в нескольких характерных местах исследуемой площади, чтобы позднее учесть все возможные условия излучения на ней. На основании полученных данных может быть выбран не только оптимальный уровень мощности излучения, но и определен допустимый процент некондиционных излучений, которые неизбежно будут случаться при попадании вибраторов на сложные участки профиля.

Оценка нелинейных искажений

Гармонический состав сигнала сложный и подвержен сильному влиянию множества факторов. Благодаря этому гармоники содержат в себе уникальную диагностическую информацию, позволяющую судить как о техническом состоянии вибраторов, так и об условиях излучения. В общих словах механизм образования гармоник выглядит следующим образом:

Первичными источниками гармоник являются: силовой электрогидравлический привод возбудителя вибрации, несимметричность силового взаимодействия опорной плиты с поверхностью грунта и одностороннее действие силы веса. В каждом случае формируется свой характерный спектр гармоник.

- Первичный уровень гармоник преобразуется резонансными свойствами конструкции возбудителя вибрации и излучающей системы "вибратор - грунт" в целом.

- Первичный уровень гармоник и интенсивность резонансных проявлений зависят от мощности излучения, нагрузочных характеристик грунта и качества контакта плиты с грунтом.

- В идеальных условиях вибратор имеет некоторый минимум гармоник. Любые отклонения от нормы или возникшие проблемы сопровождаются изменением их количественного и качественного состава. Следует знать, что в электронной системе управления вибратором нет технических средств подавления гармоник. То есть, нельзя непосредственно влиять на их уровень. Мы в состоянии убрать лишь незначительную часть искажений, которая вызвана неправильной настройкой вибратора. Например, можно предотвратить отрыв плиты в начале свива, оптимизировав процесс нарастания сигнала.

Оценить реальный уровень нелинейных искажений в условиях данной площади можно с помощью того же семейства характеристик, получаемого при разных уровнях мощности излучения. При этом графики следует строить отдельно для четных и для нечетных гармоник, чтобы не потерять диагностическую информацию. Как правило, на этих графиках можно обнаружить некоторое пороговое значение мощности, превышение которого вызывает резкое увеличение содержания гармоник.

Сравнивая характеристики отдельных вибраторов легко определить, какая часть искажений

носит объективный характер, не поддаваясь нашему влиянию, а какая связана с техническим состоянием конкретного вибратора и может быть устранена.

Действия супервайзера (исполнителя)

Итак, для правильного определения требований к мощности и качеству вибрационного сигнала для конкретной виброплиты, работающей на конкретной площадке, следует получить семейство нагрузочных характеристик виброплиты, усредняя и усредняя характеристики виброплиты, содержащих четных и нечетных гармоник, нескольких характерных участков на площадке, провести их диагностический анализ, выявить и исключить проблемы, связанные с техническим состоянием или настройками виброкомплекса, и определить затем пороговые значения, обусловленные объективными факторами, действующими на данной конкретной площадке. Полученные таким способом характеристики носят объективный характер и могут быть выставлены формально.

В качестве инструмента для выполнения этой работы идеальным образом подходит программно-аппаратный комплекс "Нилебик" (Pelton Co., Inc.). Для интерпретации результатов следует использовать соответствующие методические пособия.

Энергетические ресурсы вибратора

Многолетние наблюдения работы виброкомплексов показали, что:

- Одни и те же вибраторы действительно ведут себя по-разному на разных площадках и в разных климатических условиях. При этом оптимальный уровень мощности излучения может принимать значения от 40 до 80%.

- Конструкция вибратора оказывает значительное влияние на величину оптимальных параметров. По этой причине некоторые типы вибраторов, проигрывающие в одних условиях, могут получить преимущества при работе в других условиях. По той же самой причине вибраторы одной силовой категории, но разного типа, обладают различной эффективностью. Как правило, вибраторы отечественного производства уступают зарубежным.

Последнее обстоятельство не может не вызывать недоумения, поскольку уже давно наши вибраторы используются импортными силовыми комплектами и по энергетическим ресурсам наши вибраторы ни в чем не уступают зарубежным.

Причина видится в следующем. Даже не секрет, что возбудители вибрации, преобразующие первичную гидравлическую энергию в вибрационное усилие, отличаются различной эффективностью. В свое время была проделана большая работа по оптимизации их параметров, которая свелась к конкретным рекомендациям по выбору величин активной и реактивной масс, размерам плиты, силового гидроцилиндра и т.д. Не умаляя значения этих работ, хотелось бы обратить внимание на один элемент конструкции возбудителя вибрации, которому не уделяется должного внимания, хотя, на мой взгляд, он играет ключевую роль в проблеме мощности и качества излучения. Это опорная плита.

Проблема состоит в том, что плоскость плиты, обладающая упругими свойствами, прогибается под действием усилия. Величина и характер

прогиба зависит не только от прикладываемого вибрационного усилия, но и от условий контакта плиты с поверхностью грунта. Негативные последствия состоят в том, что:

1) прогиб плиты приводит к увеличению амплитуды колебаний штока силового гидроцилиндра и, как следствие, к увеличению потребления гидроцилиндром потока рабочей жидкости. Расход ее на прогиб плиты зачастую превышает расход на деформацию грунта;

2) прогиб плиты создает условия для дополнительного низкочастотного резонанса в системе "вибратор - грунт", эффективность излучения на котором падает;

3) плоскость упругой плиты имеет собственные высокочастотные резонансы, которые приводят к резкому увеличению гармоник.

В зависимости от условий в зоне контакта плиты с грунтом эти эффекты проявляются в большей или меньшей степени. Неровности грунта не только снижают мощность и качество излучения, но и делают его нестабильным от точки к точке. Чем "мягче" плита вибратора, тем в большей степени страдают вибраторы от этих последствий.

Много лет назад проблема жесткости плиты была успешно решена: 10-тонный вибратор СВ-10/180 с новой жесткой плитой продемонстрировал резкое увеличение сейсмической эффективности по сравнению с предыдущей конструкцией. Но с переходом на амплитуды усилия 20 и более тонн, проблема возникла вновь. Серьезность ее может охарактеризовать, например, тот факт, что у некоторых вибраторов фазовая неоднородность колебаний плоскости плиты может достигать 100-180 (!) градусов, даже при работе на ровной площадке.

Электронная система управления

Электронная система управления не содержит средств, которые могли бы напрямую повлиять на предельную мощность излучения или на содержание гармоник. Тем не менее, она влияет на них косвенно. Один тип электроники способен обеспечить устойчивую работу вибратора при высоком уровне искажающих факторов, в то время как другой - "нервно" на них реагирует. Поэтому, при одном типе электроники вибратор может проявить свои возможности и использовать свой энергетический ресурс в полной мере, а при другом часть их остается нереализованной.

Выводы

- Мощность и качество излучения зависит не только от технического состояния вибратора, но и от нагрузочных характеристик грунта на профиле, которые подвержены сезонным изменениям. Требования к величине усилия и нелинейным искажениям следует определять экспериментально для каждой конкретной площади.

- Существует различие в сейсмической эффективности у вибраторов, относящихся к одной силовой категории. Причина различий - конструкция возбудителя вибрации. Наиболее важный элемент - опорная плита.

- Электронная система управления не содержит эффективных средств влияния на предельную мощность излучения или качество вибрационного сигнала. Но разные типы систем управления имеют разные диапазоны устойчивой работы. За счет чего один тип электроники позволяет использовать ресурсы вибратора полнее чем другой.



МЕТРОПОЛИЯ

Разработка и изготовление

электрических
соединителей
специального
назначения



Россия,
г. Миасс Челябинской обл.,
E-mail: sdn@chel.surnet.ru



ЗАО "СОЕДИНИТЕЛЬ"