

ИЗМЕРЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ДАВЛЕНИЙ В ОБЪЕМЕ РАСПЛАВА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

© 2012 Юсупов Р.Ю., Кострюков Е.Е.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» (СГАУ), Самара

MEASUREMENTS OF PULSE PRESSURES WITHIN THE VOLUME OF A MELT IN TERMS OF INTENSE IMPULSE INTERFERENCES.

© 2012 Yusupov R., Kostryukov E.

A procedure for measurements of pressure in a metal melt under the action of the pulse-magnetic field is presented. For measurements in terms of intense interferences, attendant on pulse currents of the kilo-ampere range, an acoustic waveguide is used with the galvanic isolation of the pressure detector by liquid medium.

При воздействии импульсным магнитным полем (ИМП) на жидкий металл (ЖМ), в толще материала возникает импульсное давление. Это приводит перемешиванию расплава и качественному изменению структуры. ИМП формируется при разряде магнитно-импульсной установки (МИУ) на технологический индуктор. ИМП наводит в обрабатываемом материале импульсные токи амплитудой 30...100 кА длительностью 100...1000 мксек, которые являются источником интенсивных электромагнитных помех при измерениях.

При исследовании технологических процессов обработки ЖМ необходимо определять величину и распределение импульсного давления по сечению расплава. Традиционные методы измерения параметров импульсного давления не могут использоваться из-за наличия следующих факторов:

- высокая температура в зоне измерения, до 700...900°C;
- опасность появления высоковольтного потенциала на датчике в момент разряда МИУ;
- однократный и быстропотекающий характер воздействия,
- низкая помехозащищенность от электрических помех из-за наличия

гальванической или емкостной связи датчика с измеряемой средой.

Пьезоэлектрические преобразователи давления в отличие от тензометрических, индукционных и других, обладают высокой чувствительностью и быстродействием до 200 кГц, минимальной зависимостью от температуры. Поэтому, для измерения импульсных давлений в условиях воздействия ИМП на объект исследования, использован пьезоэлектрический датчик. Основной задачей являлось – создание методики измерения импульсного давления в среде с высокой температурой и обладающей высокой помехоустойчивостью.

Измерительная система содержит приемный акустический волновод, акустически связанный с датчиком давления через диэлектрическую несжимаемую жидкость, помещённую в специальную камеру и практически не имеющую гальванической или емкостной связи с объектом измерения. Наличие камеры, заполненной жидкостью, позволяет повысить помехоустойчивость датчика, обеспечить развязку измерительных цепей датчика от объекта измерения и не допустить перегрев датчика за счет уменьшения теплопроводности через

охлаждаемую передаточную жидкость в камере. [1]

На рисунке 1 представлена схема измерения импульсных давлений в ЖМ. Измерительная система содержит: приемный акустический волновод 4, который свободным концом входит в камеру 2, заполненную диэлектрической несжимаемой жидкостью 3. Датчик давления 1 расположен на противоположном конце камеры. Вводы волновода и чувствительного элемента в камеру герметизируются эластичными виброгасящими кольцами. 5. Вводы волновода и чувствительного элемента в камеру герметизируются эластичными виброгасящими кольцами. 6.

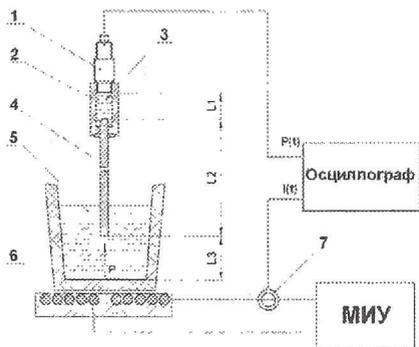


Рисунок 1 – Схема измерения импульсного давления в жидком металле

Импульс давления, возникающий при разряде МИУ на индуктор 6, вызывает появление в волноводе 4 упругой волны, которая проходит по волноводу в камеру 2. Волна давления передается через диэлектрическую несжимаемую жидкость 3, например керосин, и воздействует на датчик давления. Для уменьшения электрических помех камера выполнена из диэлектрического материала, например, прозрачного пластика или керамики.

Охлаждение передаточной жидкости в камере может осуществляться за счет конвекции или принудительного охлаждения внешним хладагентом. Жидкая передаточная среда позволяет устранить акустические шумы, возникающие на границе контактного соединения датчика и волновода, характерные для стержневых систем и обеспечивает равномерную нагрузку фронта давления на чувствительный элемент датчика давления.

Сигналы датчика давления $P(t)$ регистрируются цифровым запоминающим

осциллографом одновременно с разрядным током $I(t)$ МИУ бесконтактным датчиком импульсного тока 7.

На рисунке 2 показана осциллограмма тока МИУ (верхний луч) и импульса давления (нижний луч).

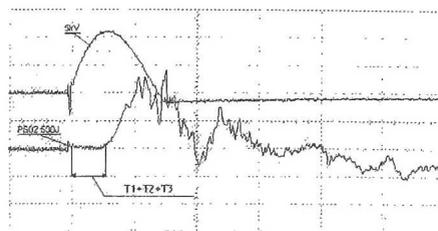


Рисунок 2 – Осциллограммы разрядного тока МИУ и импульса давления в ЖМ.

Задержка сигнала датчика давления $T1+T2+T3$ относительно разрядного тока МИУ обусловлена временами прохождения импульса через толщ ЖМ – $L3$, акустического волновода – $L2$ и промежутка жидкости в камере – $L1$.

Измерения проводились при обработке ИМП расплава жидкого алюминия при температуре $+780...700$ °С импульсами с запасаемой энергией 500 Дж. Волноводный щуп диаметром 8 мм располагался на различной глубине ЖМ 20...100 мм от индуктора. Амплитуда импульса давления составила 1,4...1,3 МПа, при чувствительности измерительной системы: волновод – камера – пьезодатчик – 0,43 мВ/бар. Калибровка всей системы проводилась на ударном стенде падающим грузом. [2]

Описанная методика может быть использована для измерения как однократных импульсов, так пульсаций давления амплитудой до 1000 МПа в жидких и газообразных высокотемпературных средах, например, в гидросистеме летательного аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Патент 108615 РФ, МПК G01L9/08. Высокотемпературный датчик импульсных давлений/ Попов А.П., Юсупов Р.Ю. опубл. 20.09.2011.

2 Ястребцов О.В. Упрощенная методика расчета параметров импульсов давления для установок с падающим грузом// Измерительная техника. – 1976, №7. – с. 37-38.