

# 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.

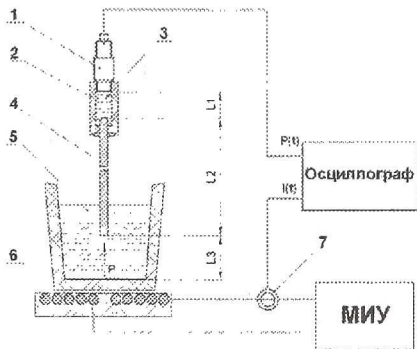


Рисунок 1 – Схема измерения импульсного давления в жидком металле

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).

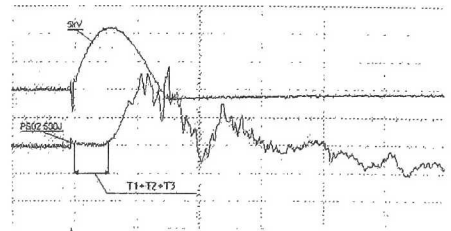


Рисунок 2 – Осциллограммы разрядного тока МИУ и импульса давления в ЖМ.

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.