

## ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА СООТНОШЕНИЕ МАГНИТУД $M_s$ И $M_w$ КРУПНЕЙШИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

М. Н. Кирякова, А. Л. Стром\*

Научно-исследовательский институт энергетических сооружений – филиал АО «Институт Гидропроект», Москва, Россия

\*E-mail: strom.alexandr@yandex.ru

Магнитуды по поверхностным волнам ( $M_s$ ,  $M_{LH}$ ) широко применялись для характеристики величины землетрясений и для их сопоставления с другими очаговыми параметрами, такими как протяженность поверхностных разрывов и величина подвижки по ним. Однако в начале 70-х годов были введены понятия сейсмического момента ( $M_0$ ) и моментной магнитуды ( $M_w$ ) как более универсальные характеристики величины землетрясения. Было установлено, что для землетрясений умеренной величины значения  $M_s$  и  $M_w$  численно близки (в среднем, хотя и с большим разбросом), а для крупнейших землетрясений ( $M > 7.5–8.0$ ) значения  $M_s$  насыщаются, и, соответственно, их значения  $M_s$  должны быть меньше, чем значения  $M_w$ . Однако, сопоставляя опубликованные оценки  $M_s$  ( $M_{LH}$ ) и  $M_w$  современных катастрофических землетрясений, таких как Венчуанское в Китае 12.05.2008 г., или Турецких 06.02.2023 г., для которых оба значения определялись непосредственно, мы обнаружили обратные соотношения – их значения  $M_s$  были пусть незначительно (на 0.1–0.2 единицы магнитуды), но все же выше, чем соответствующие значения  $M_w$ .

Анализ опубликованных значений магнитуд для землетрясений, зарегистрированных с начала XX века и после 1960 г. показал, что у крупнейших землетрясений, произошедших вне зон субдукции или над ними, как, например, неглубокие коровые землетрясения на западном побережье Японии, значения  $M_s$  действительно часто слегка превышают значения моментной магнитуды  $M_w$ . В то же время, общемировое соотношение между этими параметрами, полученное без разделения на эти типы соответствует таковому, характерному именно для землетрясений в зонах субдукции, где зарегистрировано большинство таких землетрясений. Следует отметить, что магнитудные шкалы  $M_s$  и  $M_w$ , несмотря на сходство численных значений, характеризуют разные параметры землетрясений:  $M_w$  – всю работу, произведенную в очаге землетрясений, а  $M_s$  – энергию, излученную из очага в виде упругих колебаний. Можно предположить, что у крупнейших землетрясений, происходящих в мощной и более прочной континентальной коре, на генерацию упругих колебаний расходуется большая доля общей энергии, чем у землетрясений в зонах субдукции. С прикладной точки зрения (например, при общем сейсмическом районировании) это надо учитывать при пересчете в моментные магнитуды значений  $M_s$  крупнейших землетрясений ранне-инструментального периода, для которых были определены и опубликованы именно значения  $M_s$  ( $M_{LH}$ ).

## EFFECT OF THE TECTONIC SETTING ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN $M_s$ AND $M_w$ FOR LARGEST EARTHQUAKES

M. N. Kiryakova\*, A. L. Strom

Research institute of energy structures – branch of JSC «Hydroproject Institute», Moscow, Russia

\*E-mail: strom.alexandr@yandex.ru

Surface wave magnitudes ( $M_s$ ,  $M_{LH}$ ) were commonly used to characterize earthquake size and to compare it with other parameters of an earthquake, such as surface rupture length and displacement. In early 70th, however, seismic moment ( $M_0$ ) and moment magnitude ( $M_w$ ) were introduced as the more universal characteristics of an earthquake size. It has been found that  $M_s$  and  $M_w$  values are numerically more or less similar (on average with large scatter) for the moderate-size earthquakes, while for the largest ( $M > 7.5–8.0$ ) earthquakes  $M_s$  saturates, so that their  $M_s$  values should be lower than  $M_w$ . However, comparing published  $M_s$  ( $M_{LH}$ ) and  $M_w$  estimates for modern catastrophic earthquakes, for which both values were derived directly, such as the 12.05.2008

Wenchuan earthquake in China, or the 06.02.2023 earthquakes in Turkey, we found an opposite trend – their  $M_s$  values were slightly (for 0.1–0.2 magnitude units) larger than corresponding  $M_w$  values. The analysis of published magnitude values for earthquakes recorded both since the beginning of the XXth Century and since 1960, revealed that  $M_s$  values of largest earthquakes which sources are located outside the subduction zones or just above them, like, for example, shallow crustal earthquakes at the western coast of Japan, indeed are often slightly higher than corresponding  $M_w$  values. At the same time, the global  $M_s$ – $M_w$  relationship derived without such division is governed by the tendency typical of the subduction zones where vast majority of largest earthquakes have occur. It should be noticed that the moment magnitude and surface wave magnitude scales, despite similarity of the corresponding values, characterize different parameters of an earthquake.  $M_w$  characterizes total energy released in the earthquake source, while  $M_s$  characterizes energy radiated from the source by elastic waves. It can be assumed that for very large earthquakes that occur in thick and more rigid continental crust the portion of the total energy radiated in the form of the elastic waves is higher than for such earthquakes in the subduction zones. For practical applications (e.g. general seismic zoning), such effect should be taken into consideration when converting  $M_s$  of largest earthquakes of the early instrumental period, for which just  $M_s$  ( $M_{LH}$ ) estimates had been measured and published, into  $M_w$ .