

В середине ограждения к поручню через приваренную петлю прикладывалась этапами горизонтальная сила, которая создавалась специальной тягой и контролировалась электронным динамометром, установленным в цепь нагружения. После каждого этапа нагрузка снималась с целью определения остаточных деформаций профиля.

В ходе эксперимента мессурами (8 шт.) и прогибомером (1 шт.) измерялось раскрытие профиля, а также отклонение верха перильного ограждения от первоначального его положения. Одновременно фиксировался возможный отрыв профиля от станины и наличие/отсутствие остаточных деформаций профиля.

Схема установки измерительных приборов показана на рисунке 2.

СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» (п. 8.2.6) предусматривает следующие значения горизонтальных сил, которые должны создаваться при испытаниях перильных ограждений различных сооружений:

0.5кН/м – для жилых зданий, дошкольных организаций, домов отдыха, санаториев, больниц и других лечебных учреждений;

1.5кН/м – для трибун и спортивных залов;

0.8кН/м – для других зданий и помещений при отсутствии специальных требований;

0.3кН/м – для обслуживающих площадок, мостиков, ограждений крыш, предназначенных для непродолжительного пребывания людей

Поскольку предложенные Заказчиком этапы нагружения перекрывали величины нагрузок, содержащиеся в СП 20.13330.2016, было решено испытывать перильное ограждение по нагрузкам, указанным Заказчиком в ТЗ: 0.36кН-0,6кН-0,96кН-1,2кН-1,8кН-2кН-2,5кН-3кН. После достижения нагрузки 3кН по согласованию с заказчиком к ограждению продолжало прикладываться возрастающее горизонтальное усилие. При нагрузке 5кН были вновь зафиксированы показания всех измерительных приборов. При нагрузке 9.2кН было принято решение об остановке эксперимента из-за приближения к максимальной мощности испытательного стенда.

Сведения об испытательном оборудовании:

- динамометр ДЭП/3-1Д-100У-1 №081964, свидетельство о поверке № 0235004 от 04.12.2019 г.
- прогибомер БПАО: № 161, св-во о калибровке № СК 0252015 от 26.11.2019
- индикаторы часового типа ИЧ-10 (мессуры):
 - № 161530 свидетельство о поверке № СП 2929963 от 10.07.2020.,
 - № 162710 свидетельство о поверке № СП 2929964 от 10.07.2020.,
 - № 162802 свидетельство о поверке № СП 2929965 от 10.07.2020.,
 - № 162889 свидетельство о поверке № СП 2929966 от 10.07.2020.,
 - № 166900 свидетельство о поверке № СП 2929967 от 10.07.2020.,
 - № 815106 свидетельство о поверке № СП 2929968 от 10.07.2020.,
 - № 835230 свидетельство о поверке № СП 2929969 от 10.07.2020.,
 - № 835251 свидетельство о поверке № СП 2929970 от 10.07.2020

Результаты испытаний:

Полученные результаты представлены на рисунках 3-9.

На рисунке 3 даны перемещения наружной стенки профиля от нагрузки. Сама эта стенка практически не изгибается. Перемещения возникли от общего наклона профиля.

Приведенные на рисунке 4 средние значения перемещения наружной стенки позволяют лучше представить, как изгибается профиль по его длине: видно, что у краев профиль отклоняется сильнее. Это следствие того, что средние сечения профиля закреплены в отличие от крайних к стенду с двух сторон.

Перемещения внутренней стенки профиля показаны на рисунках 5 и 6. Эти кривые дают близкие деформации крайних и средних сечения. Это свидетельство того, что внутренняя стенка изгибается вместе со стеклами, которые сверху объединены поручнем. Видно, что средние сечения все же искривляются сильнее, поскольку именно в середине приложена горизонтальная нагрузка.

Можно отметить, что до 3 кН перемещения стенок профиля близки к прямым, т.е. работа их идет в упругой стадии.

На рисунке 7 приведена кривая изгиба стекла от горизонтальной нагрузки. Здесь можно отметить, что верх стекла до нагрузки 5 кН отклоняется практически линейно. Увеличение нагрузки привело к нелинейным перемещениям верха стекла. Однако это не результат изгиба стекла, а следствие отклонений внутренней стенки профиля.

Величина отрыва профиля от стенда (рисунок 8) получена из перемещений наружной стенки профиля после рассмотрения подобия треугольников. Видно, что с краев профиль отрывается сильнее, но разница между средними сечениями (1,42 мм) и крайними (1,89 мм) не велика.

Важным показателем профиля является его раскрытие под нагрузкой. Оно показано на рисунке 9. Раскрытие в середине (4,49 мм) почти в 2 раза больше, чем с краев (2,42 мм). Но в целом раскрытие невелико.

Заключение:

Следует отметить достаточную жесткость профиля: до 3 кН он работает в упругой стадии.

Достигнутая предельная нагрузка (но еще не разрушающая) оказалась в 3 раза больше чем при линейных упругих деформациях.

Таким образом, проведенные испытания показали, что перильное стеклянное ограждение с профилем Т100 и стеклом толщиной 16 мм с запасом выдерживает горизонтальную нагрузку, предписанную СП 20.13330.2016, и может быть использовано в следующих сооружениях:

- для жилых зданий, дошкольных организаций, домов отдыха, санаториев, больниц и других лечебных учреждений;
- для трибун и спортивных залов;
- для других зданий и помещений при отсутствии специальных требований;
- для обслуживающих площадок, мостиков, ограждений крыш, предназначенных для непродолжительного пребывания людей

Заведующий лабораторией моделирования
и испытания конструкций, к.т.н.



А.М. Тарасов

Главный специалист



О.М. Краузе

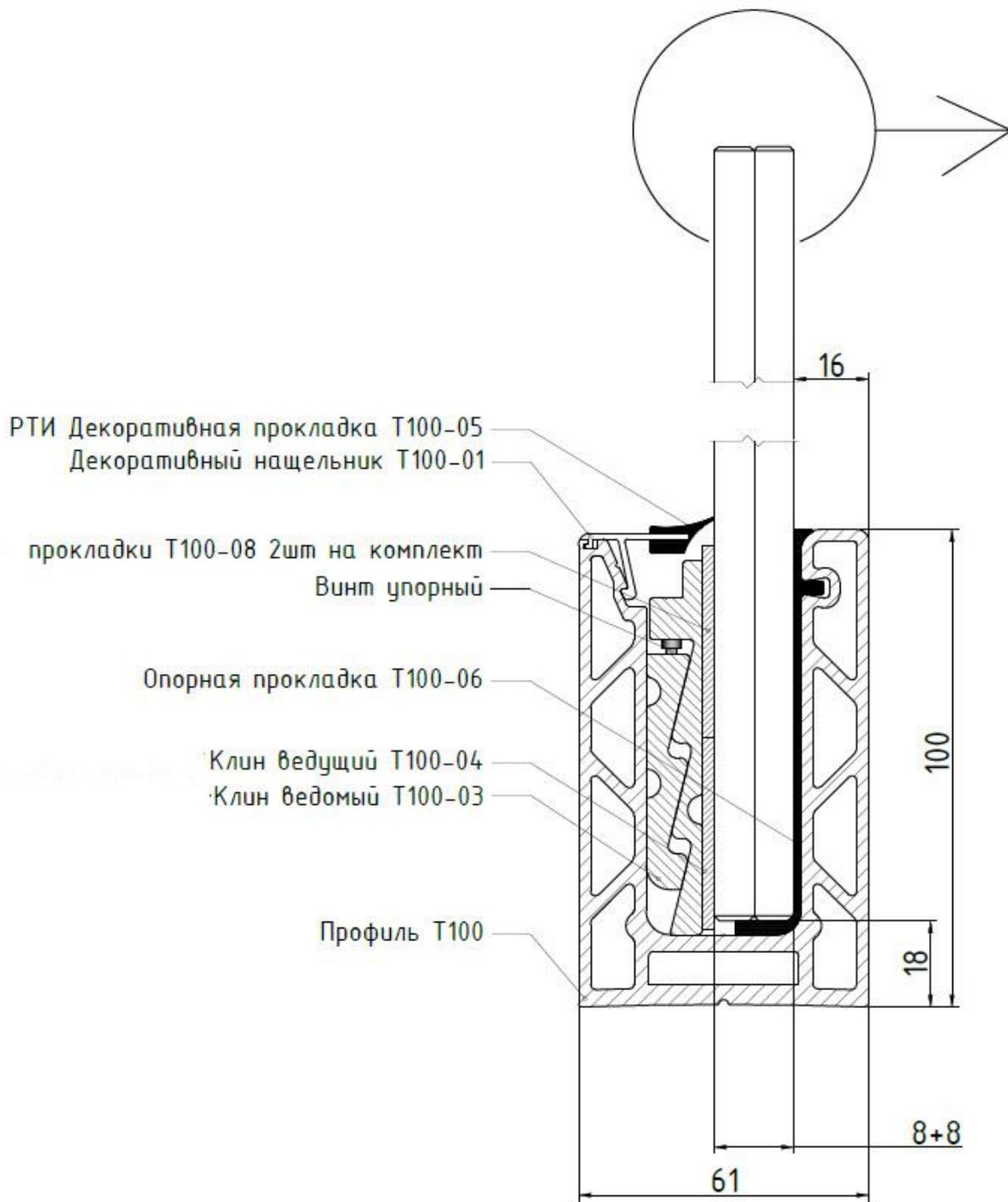


Рисунок 1 - Схема сборки профильного ограждения

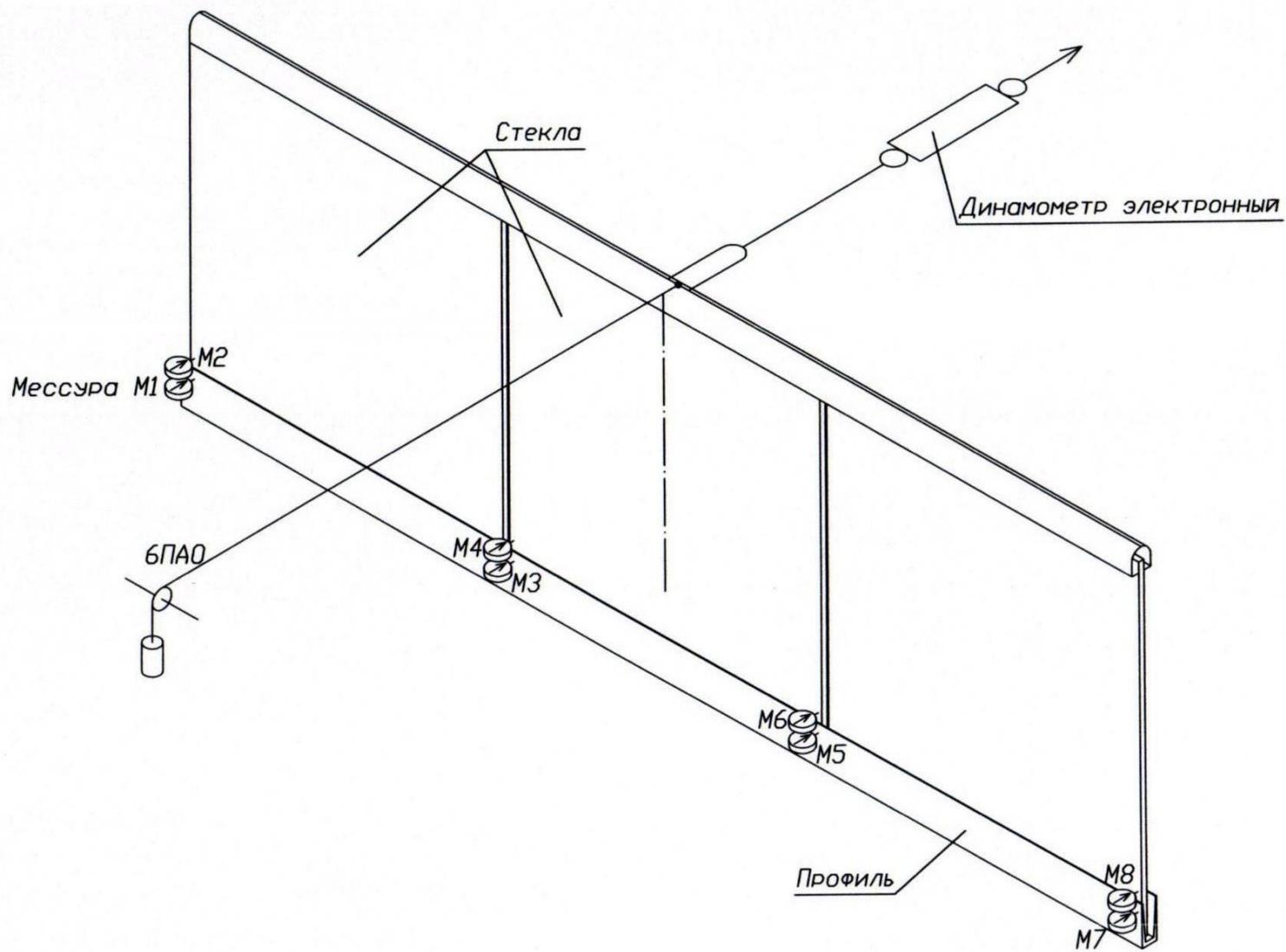


Рисунок 2 – Схема расположения измерительных приборов

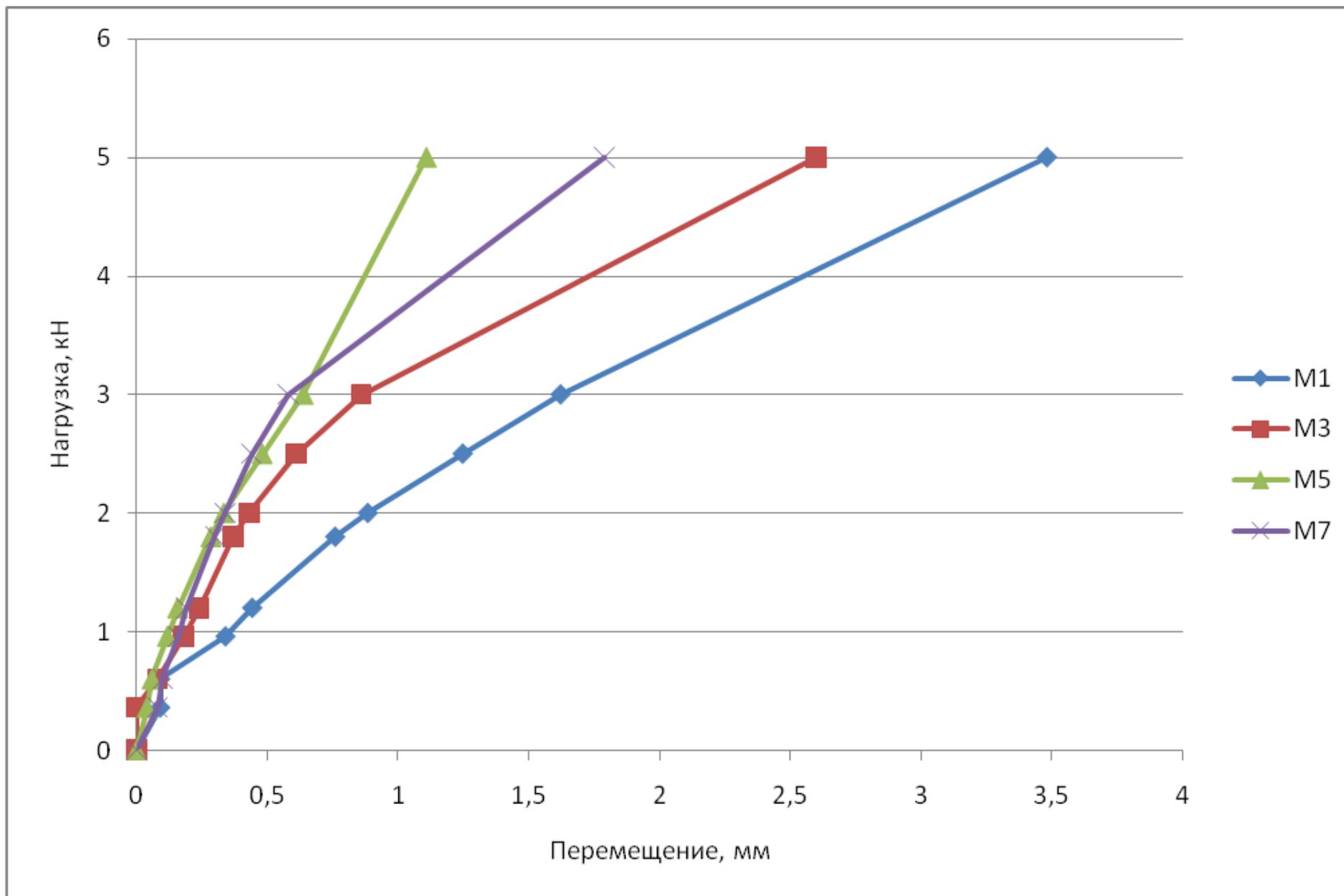


Рисунок 3 – Зависимость перемещений сечений наружной стенки профиля от нагрузки (M1, M3, M5, M7)

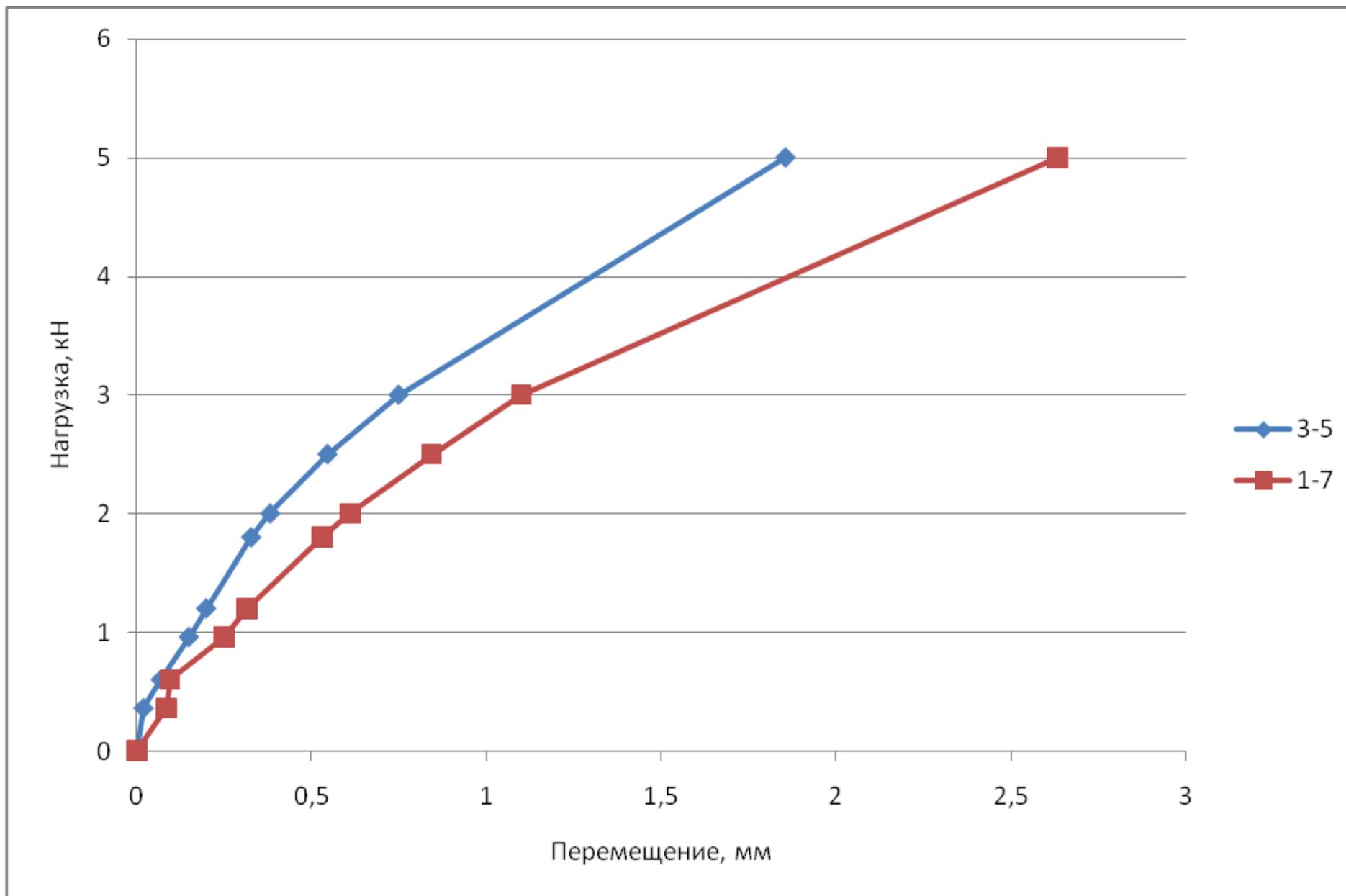


Рисунок 4 – Средние значения перемещений наружной стенки профиля

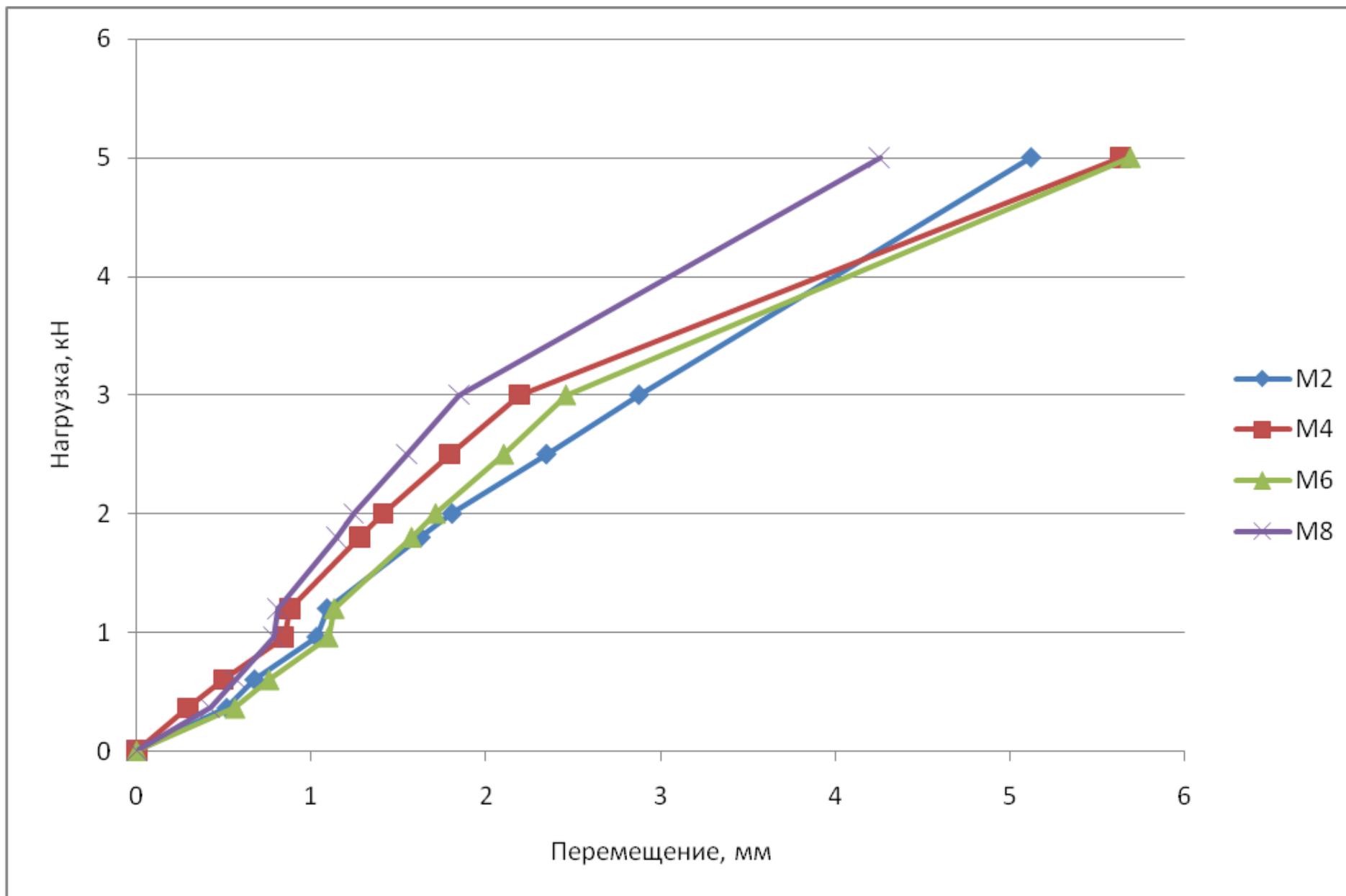


Рисунок 5 – Зависимость перемещений сечений внутренней стенки профиля от нагрузки (M2, M4, M6, M8)

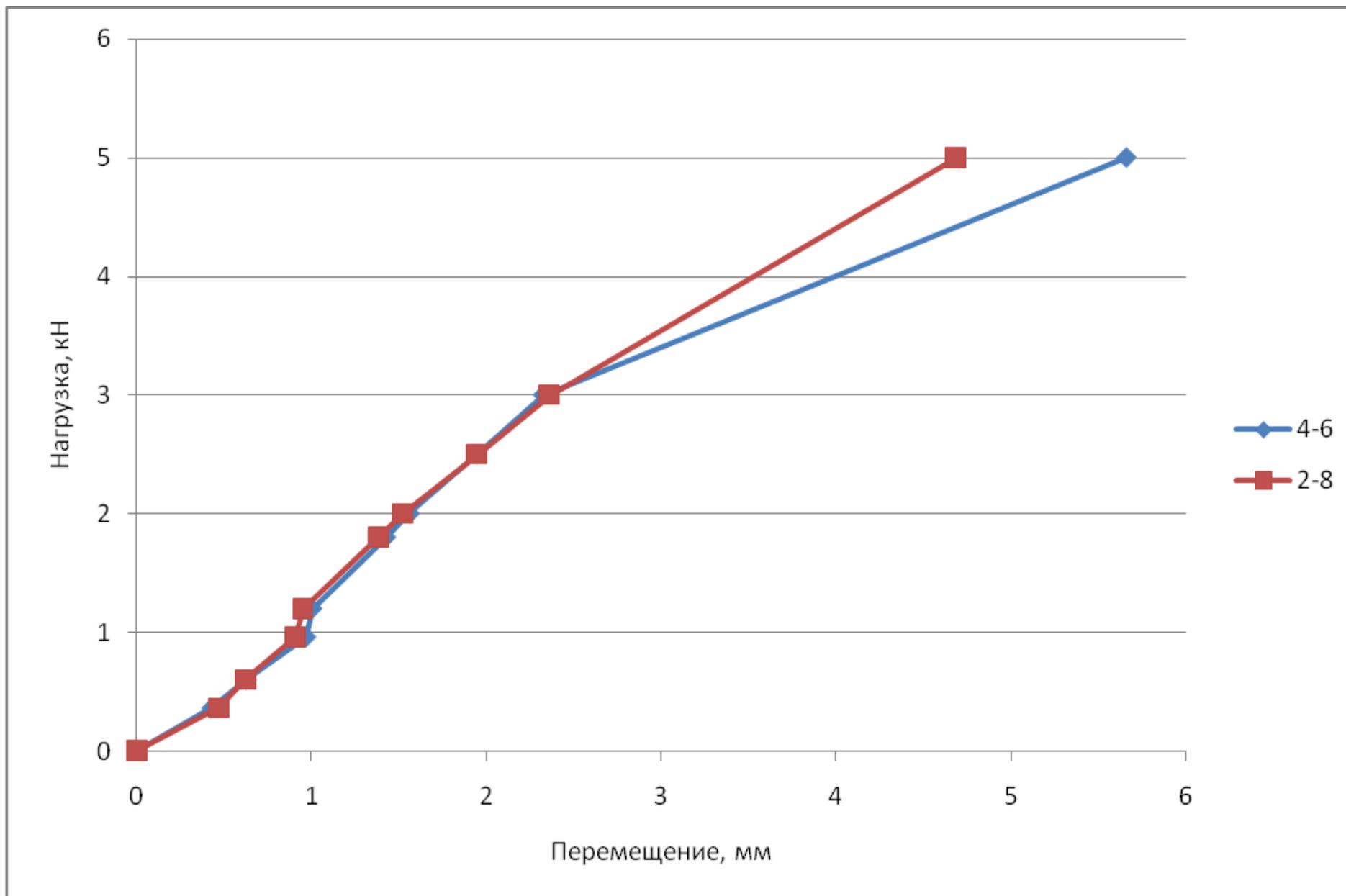


Рисунок 6 – Средние значения перемещений внутренней стенки профиля

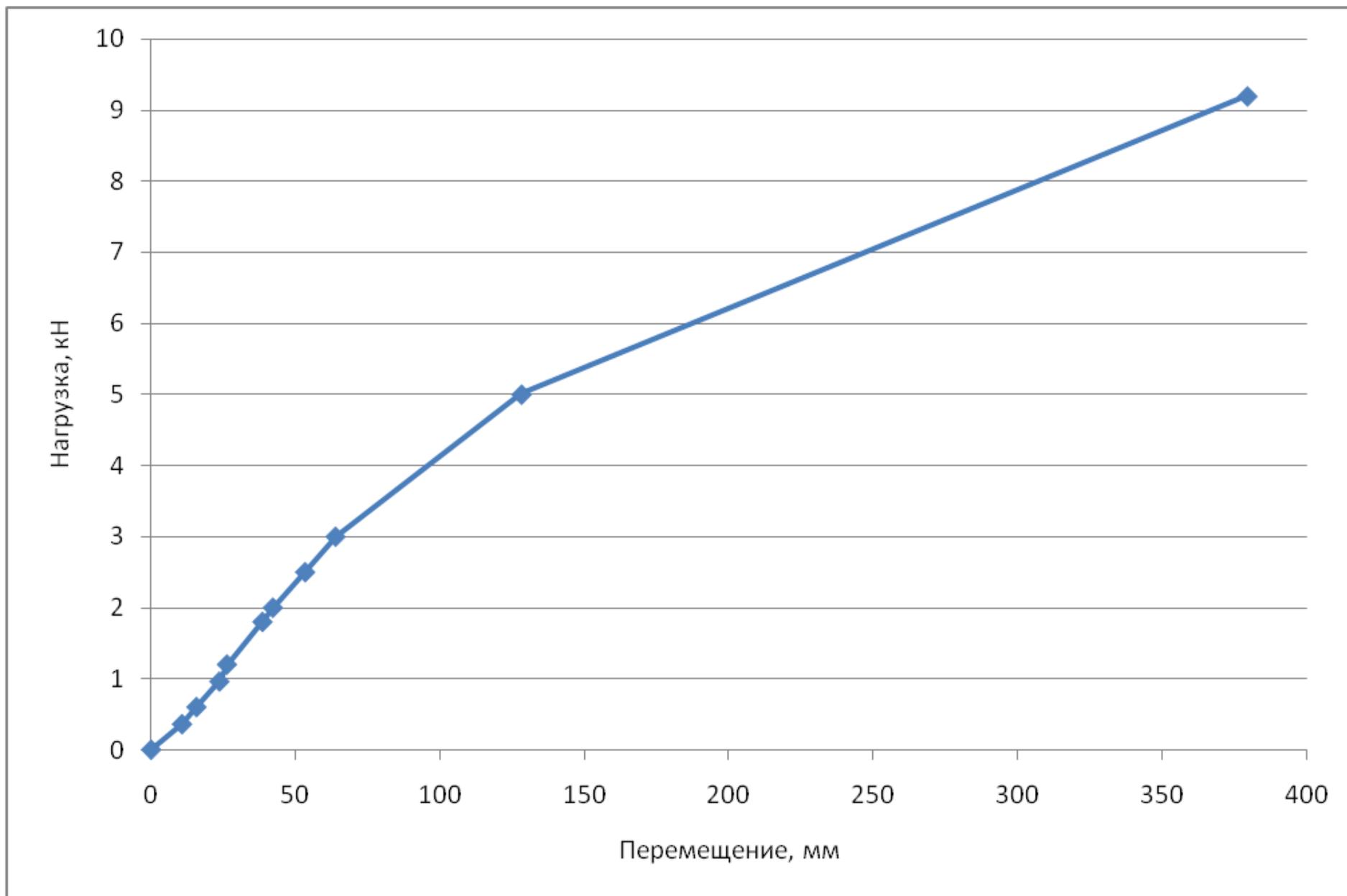


Рисунок 7 – Зависимость прогиба стекла от нагрузки

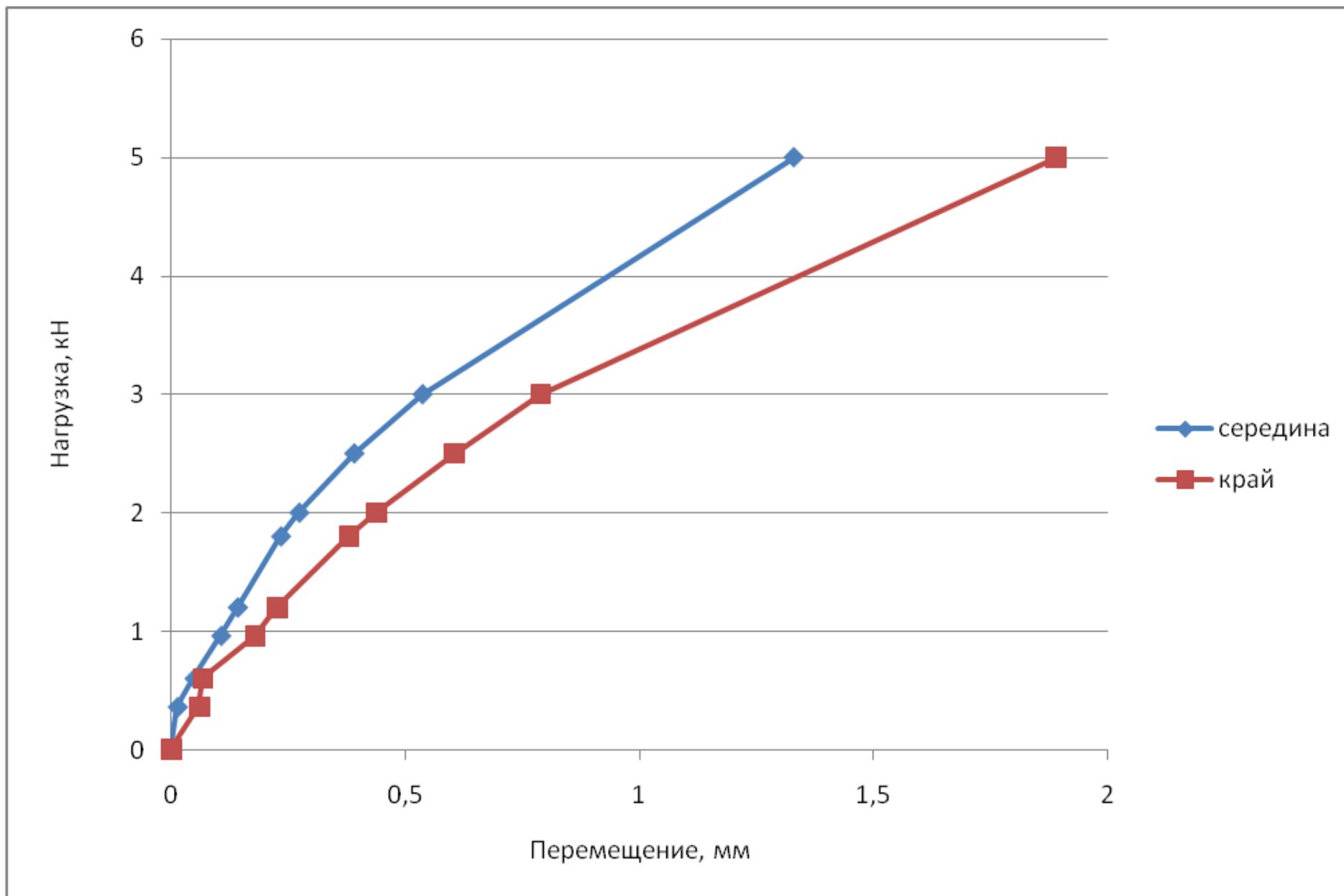


Рисунок 8 – Зависимость величины отрыва профиля от стенда в крайних (М1, М7) и средних (М3, М5) сечениях

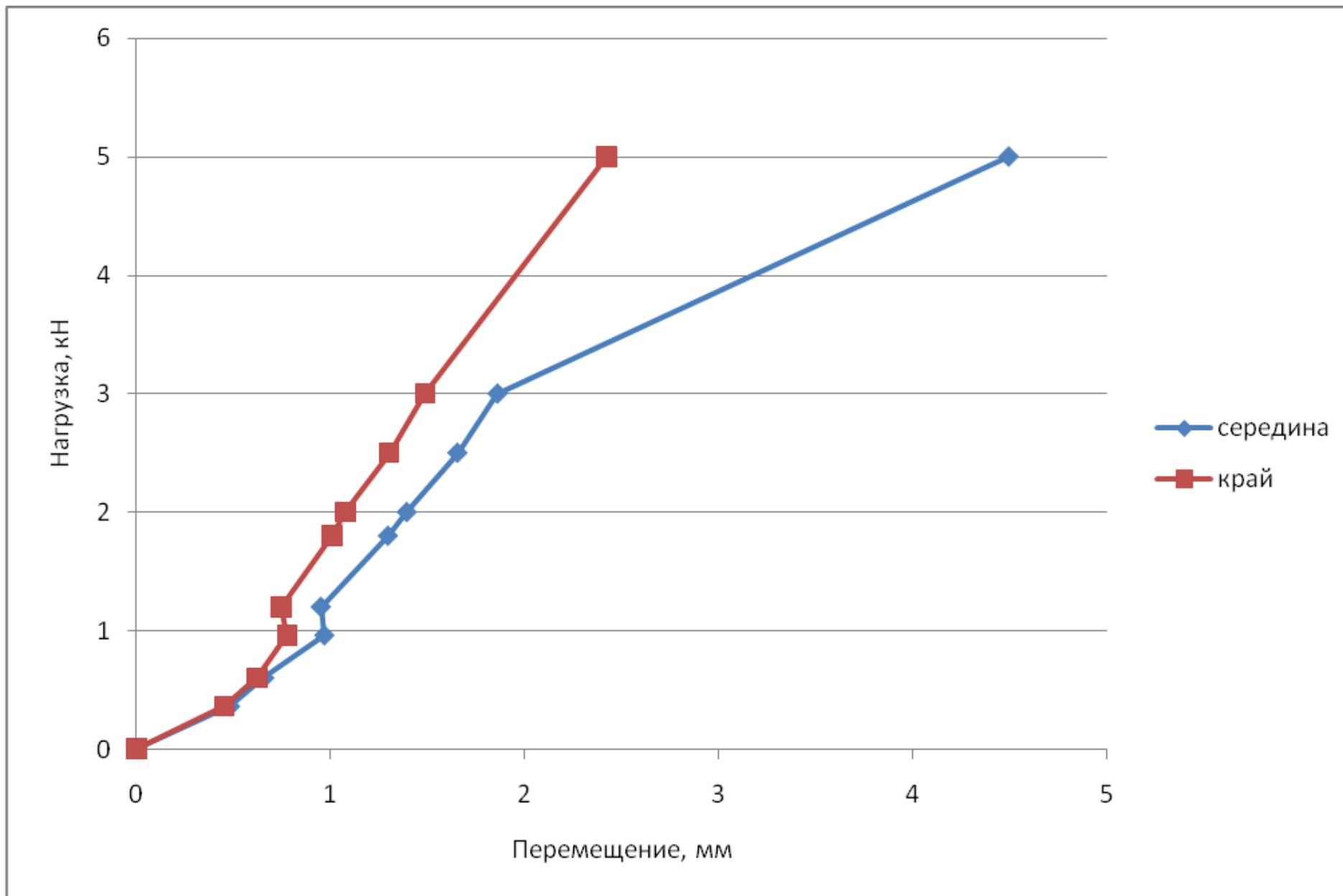


Рисунок 9 – Зависимость раскрытия профиля от нагрузки (на уровне его верха)