

## КПД НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ПАНДУСОВ ТАГИЛСТРОЕВСКОГО РАЙОНА Г. НИЖНИЙ ТАГИЛ

**Мишин К.А.**

*г. Нижний Тагил, МБОУ «СОШ №66», 9 класс*

*Руководитель: Батурина А.Д., г. Нижний Тагил, МБОУ «СОШ №66», учитель физики высшей квалификационной категории*

В Свердловской области по состоянию на 01.01.2014 г. 327 205 человек имеют статус инвалида, из них порядка пяти тысяч – это «колясочники». Наряду с этим в регионе проживает около двух миллионов людей, которых относят к категории «маломобильные группы населения». [6]

В связи с ратификацией Россией Конвенции о правах инвалидов ведется работа по внесению изменений в федеральное и областное законодательство. Необходим комплексный подход к решению поставленных государственных задач. [6] Министр социальной политики Свердловской области Андрей Злоказов, выступая на заседании Правительства региона еще в 2014 году, сообщил, что разработана и утверждена программа «Доступная среда» для Свердловской области до 2020 года в соответствии федеральными и областными стратегическими документами.

Основная цель «Доступной среды» – беспрепятственный доступ инвалида к любому приоритетному объекту, а также к каждой услуге в важнейшей для него сфере. Антикризисная направленность государственной программы предусматривает перевод инвалидов из экономически пассивной группы в активную. Для этого осуществляется усиление реабилитационной направленности путем содействия со стороны соответствующих министерств в таких сферах, как трудоустройство и занятость [7].

Доступная среда – это информация, связь и транспорт, дооборудованные таким образом, чтобы человек, ограниченный в возможностях, мог чувствовать себя полностью независимым.

В первую очередь доступность должна быть обеспечена в учреждениях лечебно-профилактического характера, а именно, в поликлиниках, диспансерах и центрах различных уровней обслуживания (как сельского, так и республиканского значения). Любая входная группа, путь движения, санитарно-гигиеническая комната, регистратура или лифт должны быть оборудованы таким образом, чтобы соблюдались: доступность, безопасность, комфортность, информативность.

С 2012 года школы, детские сады и психолого-медико-социальные центры активно дооборудуются рядом технических устройств и вспомогательных средств. Во многих учебных заведениях появились: «бегущая строка» и электронное табло, телескопический пандус, мобильный лестничный подъемник и информационный терминал. Все эти приспособления позволяют обучать детей с разным уровнем здоровья. [7] Стоит отметить, что с недавних пор, при строительстве новых жилых многоквартирных домов и зданий общественного назначения наличие пандусов для инвалидов колясок является обязательным требованием для прохождения согласо-



*Рис. 1. Государственная программа «Доступная среда»*

вания проектно-сметной документации на объект [6].

Пандус – это конструкция, соединяющая две плоскости, находящиеся на разном уровне, а точнее это простой механизм – наклонная плоскость, позволяющая получить выигрыш в силе при подъеме груза вверх. Основным его назначением является обеспечение удобного и доступного передвижения инвалидов колясок или других колесных механизмов с одной поверхности на другую, например, с тротуара в подъезд жилых домов. Возведение и использование пандусов напрямую связано со сферой безопасности жизнедеятельности людей, поэтому регулируется сразу несколькими нормативными документами. В их числе и СНиП, и Свод правил, и, конечно же, ГОСТ. Однако нередко встречаются нарушения стандартов и требований при возведении таких конструкций, а также встает вопрос об их эффективности.

Исходя из вышесказанного, определено противоречие: общество понимает важность и необходимость использования наклонной плоскости (пандусов) при обеспечения доступности социально-значимых объектов для маломобильных групп населения, но по ряду причин их во многих учреждениях нет или не соответствуют требованиям ГОСТ.

Проблема состоит в недостаточном контроле со стороны администрации города и ответственных лиц, а также в пренебрежении строительными нормами при возведении конструкций.

Целью исследования является доказательство важности использования простых механизмов, в частности наклонной плоскости, в повседневной жизни человека и рассмотрение пандусов Тагилстроевского района г. Нижний Тагил на соответствие ГОСТ.

Для достижения поставленной цели я выдвинул ряд задач:

1. Изучить популярную и научную литературу по теме «Простые механизмы и их применение».

2. Проанализировать, какие параметры наклонной плоскости влияют на ее эффективность.

3. Проверить экспериментально теоретические выводы об эффективности наклонных плоскостей.

4. Провести измерения и расчеты характеристик пандусов Тагилстроевского района г. Нижний Тагил.

5. Сделать выводы о соответствии рассмотренных пандусов ГОСТ и их эффективности в повседневном использовании различными группами населения.

Объект исследования: параметры наклонной плоскости, от которых зависит ее эффективность.

**Предмет исследования:** эффективность использования пандусов Тагилстроевского района г. Нижний Тагил.

## 1. Экспериментальное исследование наклонной плоскости

Наклонная плоскость применяется для перемещения тяжелых предметов на более высокий уровень без их непосредственного поднятия. К таким устройствам относятся пандусы, эскалаторы, обычные лестницы и конвейеры. Если нужно поднять груз на высоту, всегда легче воспользоваться пологим подъемом, чем крутым. Причем, чем положе уклон, тем легче выполнить эту работу. Когда время и расстояние не имеют большого значения, а важно поднять груз с наименьшим усилием, наклонная плоскость оказывается незаменима.

### 1.1. Исследование зависимости КПД наклонной плоскости от угла ее наклона

Согласно формуле (15), коэффициент полезного действия наклонной плоскости не должен зависеть от массы поднимаемого груза, но должен зависеть от угла наклона плоскости и коэффициента трения скольжения. Чтобы исследовать интересующие нас зависимости, необходимо изменяя один из параметров (в нашем случае, угол наклона плоскости), оставлять остальные постоянными (в нашем случае, массу поднимаемого груза, род соприкасающихся поверхностей).

Таким образом, чтобы установить зависимость КПД от угла наклона плоскости, необходимо поднимать на наклоненную под разными углами плоскость одно и то же тело. Для расчета значения коэффициента полезного действия наклонной плоскости необходимо будет воспользоваться формулой (13).

#### *Особенности экспериментальной установки и проведения эксперимента*

1. При втягивании груза на наклонную плоскость следует следить, чтобы показания динамометра были примерно постоянными, значение силы, фиксируемой им, изменялось не скачкообразно (т.е. тянуть груз нужно равномерно).

2. В опытах при измерении силы тяги следует пользоваться чувствительным динамометром. Предварительно необходимо определить цену его деления. Осуществляя эксперименты будем считать, что  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$  на тело массой 100 г приблизительно действует сила тяжести 1 Н, на тело массой 50 г приблизительно действует сила тяжести 0,5 Н.

3. Чтобы брусок не переворачивался при движении, груз мы ставили в крайнее отверстие бруска (как показано на схеме).

Из табл. 1 видно, что чем меньше угол между поверхностью и наклонной плоскостью (т. е. чем она более пологая, не кру-

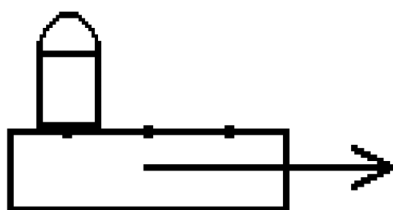


Рис. 2. Схема установки груза

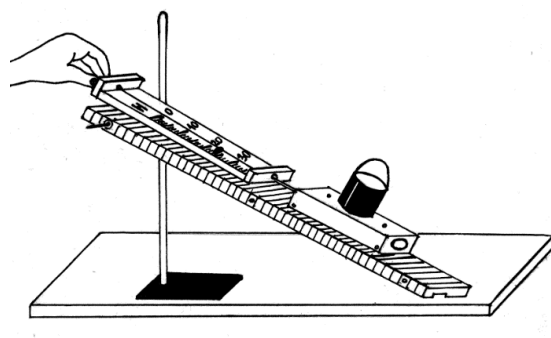


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

Для проведения исследования зависимости КПД наклонной плоскости от угла наклона мы собрали установку согласно рисунку 17 и меняя угол наклона проводили измерения и заносили результаты в табл. 1.

то поднимающаяся вверх), тем меньше надо прикладывать сил для подъема груза, но и большее расстояние необходимо будет преодолеть. Это согласуется с «золотым правилом механики».

Таблица 1

Экспериментальные данные по исследованию зависимости КПД наклонной плоскости от угла наклона

Угол наклона плоскости $\alpha$	Вес груза $P$ , Н	Высота наклонной плоскости $h$ , м	Длина наклонной плоскости $l$ , м	Сила тяги $F_{\text{тяги}}$ , Н	КПД $\eta$ , %
$7^\circ$	1,7	0,10	0,8	0,6	69
$13,5^\circ$	1,7	0,19	0,8	0,8	63
$15,5^\circ$	1,7	0,26	0,8	1	55
$29^\circ$	1,7	0,39	0,8	1,3	50
$38^\circ$	1,7	0,49	0,8	1,5	35

Таблица 2

Экспериментальные данные по исследованию зависимости КПД наклонной плоскости от коэффициента трения соприкасающихся поверхностей

Угол наклона плоскости $\alpha$	Вес груза $P$ , Н	Высота наклонной плоскости $h$ , м	Длина наклонной плоскости $l$ , м	Сила тяги $F_{\text{тяги}}$ , Н	Коэффициент трения $k$	КПД $\eta$ , %
15°	1,7	0,2	0,8	1,1	0,4 (дерево по резине)	43
15°	1,7	0,2	0,8	1,0	0,5 (дерево по металлу)	47
15°	1,7	0,2	0,8	0,9	0,35 (дерево по дереву)	39

Из табл. 2 мы видим, что КПД наклонной плоскости зависит коэффициента трения: при увеличении коэффициента трения КПД уменьшается. В результате выполнения опытов я убедился, что  $A_n < A_z$ , КПД больше у наклонной плоскости с меньшим углом наклона. Данные опыты согласуются с математическим выражением, выведенным в первой главе (15).

1.2. Измерение КПД пандусов  
Тагилстроевского района г. Нижний Тагил

Вспомните, где вам легче идти: по пологому или относительно крутому склону? И в каком случае, чтобы подняться на заданную высоту, вам придется преодолеть большее расстояние? Следует отметить, что когда вы поднимаетесь по склону, то фактически поднимаете собственный вес.

Пандус – это наклонная плоскость, посредством которой соединяются горизонтальные поверхности, имеющие разную высоту. Другими словами, это пологая дорожка без ступеней, ведущая с одной высоты на другую. Возводятся такие сооружения для того, чтобы была возможность перемещения колясок вверх и вниз. Стационарные варианты пандусов, устанавливаемые на входе в здание, предусматриваются еще на этапе его проектирования. Такие конструкции являются наиболее надежными, изготавливаются из металла или бетона. В большинстве случаев стационарные сооружения делаются однопролетными, но пролетов может быть и больше одного. Также конструкция может быть П-образной и винтовой.

Пандусами для инвалидов и маломобильных групп населения оборудуются места, где человеку в инвалидной коляске необходим подъем на определенную высоту или спуск. Это может быть вход в общественное здание, переход в подземный тоннель, съезд с тротуара и т. п.

Минимальная разница высот, требующая установки пологой дорожки, – 4 см.

С другой стороны, ГОСТом определены и размеры, исключающие ее возведение. Если расчетная длина сооружения превышает 36 м, то от пандусной конструкции следует отказаться. В этом случае для инвалидов нужно устанавливать подъемное устройство, а не наклонную площадку. Это актуально и в случае, если перепад высот, устранимый пандусом, превышает 3 м.

В исключительных случаях, когда нет возможности установить прямую наклонную площадку в соответствии с рекомендациями ГОСТ, возводят винтовой вариант. Такой пандус должен иметь ширину не меньше 2 м при полном повороте. Основным параметром пандусов является угол наклона. Наклонные поверхности должны располагаться под определенным углом, величину которого определяет соответствующий ГОСТ. Если же требования ГОСТ не соблюдены, то для человека с ограниченными возможностями все сооружение становится неудобным и опасным.

При создании наклонных площадок для инвалидов ГОСТ рекомендует угол наклона не больше 5%. Если эту величину измерять в градусах, получается чуть меньше 3° (2,86°). Максимальный угол наклона может быть увеличен, если конструкция устанавливается на непродолжительное время. Максимум для такого варианта – 8% (4,8°). При этом должны быть соблюдены следующие требования:

- перепад высот – не больше 50 см;
- наклонный участок поверхности – не длиннее 6 м.

Согласно СП 59.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 35–01–2014) угол наклона может быть увеличен до 10% (5,7°) в затесненных местах. Перепад высот при этом не должен быть больше 0,2 м.

Требования СП (СНиП) определяют также допустимый поперечный уклон наклонной поверхности. Он не должен превышать 2%. Если наклонная поверхность достаточно длинная – больше 9 м, то она делит-

ся на несколько маршей, между которыми тоже должны быть горизонтальные площадки. Кроме того, они обязательны при каждой смене направления наклонной дорожки.

В рамках нашего исследования мы решили проверить соответствие ГОСТу наиболее часто используемых пандусов жителями Тагилстроевского района г. Нижний Тагил, рассчитав при этом КПД и угол наклонной плоскости конструкций.

Результаты наших измерений и вычислений мы занесли в табл. 3.

Фактически мы провели измерения лишь на 15 часто посещаемых объектах Тагилстроевского района. В таблице №3 можно ознакомиться с результатами наших измерений, где так же мы постарались учесть коэффициент трения поверхности, взяв усредненное значение для разных видов покрытия (тротуарная плитка, металлическая решетка, бетон). В приложении можно ознакомиться с фотографиями изучаемых объектов и покрытий. Из таблицы видно, что не все пандусы эффективны и большинство не соответствуют

Таблица 3

Название объекта, адрес	Высота подъема $h$ , м	Длина наклонной плоскости, $l$ , м	Угол наклона, $\alpha$	Полезная работа $A_n$ , Дж	Затрач. работа $A_z$ , Дж	Коэф. тр. Плитки.	КПД $\eta$ , %
Магазин «Магнит», ул. Балакинская, д.37	0,5	8,55	3°	245	2932	0,7	8,40
МФЦ, ул. Metallургов, 46б)	0,66	6,45	6°	325,4	948,15	0,3	34,10
Тагилстроевский районный суд, ул. Metallургов, д.40	0,84	3,3	15°	411,6	1152	0,7	36,30
Аптека ул. Попова, д. 12	0,7	3,3	12°	343	808,5	0,5	42,20
Аптека 03 ул. Балакинская, д.52а	0,96	2,78	20°	470,6	817,32	0,6	57,50
Магазин «Монетка», ул. Попова, д.52	0,51	3,71	8°	249,9	908,95	0,5	27,50
Магазин «Эдем», ул. Землячки, д.3	0,62	1,9	19°	303,8	465,5	0,5	65,20
Загс Тагилстроевского района, ул. Гвардейская, 28	0,36	1,75	12°	176,4	308,7	0,3	57,10
Магазин «Магнит», ул. Попова, 12	0,57	4,55	7°	279,3	1270,82	0,5	22
Почта России, ул. Попова 12	0,38	7,7	3°	186,2	1433,74	0,3	13
Сбербанк, ул. Попова, 12	0,6	6,8	5°	294	2000	0,6	15
Магазин «Перекресток», ул. Гвардейская, 46	0,48	3,6	8°	235,2	846,72	0,6	28
Администрация Тагилстроевского района, ул. Гвардейская, 26	1,28	23	3°	627,21	14425	0,7	4
Продуктовый магазин, ул. Гвардейская	0,41	1,44	16°	200,9	289,29	0,5	69
Магазин «Турай», ул. Балакинская, 40а	0,72	6,1	7°	352,8	1494,5	0,5	23,60

ГОСТ. Кроме того, стоит отметить, что материалы для изготовления пандуса подбираются, по-нашему мнению, исходя из стоимости или внешнего вида, а не их характеристик, потому что некоторые из них настолько скользкие с низким коэффициентом трения, что очень сложно по нему передвигаться даже рядовому жителю, не говоря о маломобильной группе людей. В ходе исследования мы также установили, что:

Не все социально значимые объекты Тагилстроевского района оборудованы пандусами. Например, они отсутствуют во всех школах, кроме МБОУ СОШ №5, во всех детских садах района, ветеринарной клинике, в детской поликлинике, в учреждениях больницы городского округа НТМК и многих других.

Возле всех аптек района имеются пандусы различной конфигурации и характеристик.

У ряда пандусов отсутствуют поручни, что также является нарушением СНиП и ГОСТ.

### Заключение

Как стало ясно в результате моего исследования, простые механизмы существенно облегчают труд человека. Они могут состоять из одной или нескольких деталей. При этом даже при наличии двух и более элементов могут оставаться простыми, но могут являться и достаточно сложными. Различные агрегаты, печатные прессы, двигатели включают в себя несколько деталей. Среди элементов есть и рычаги, блоки, винты, колеса на осях, наклонные плоскости, клин. Все эти приспособления работают в комплексе. Благодаря им человек существенно облегчает труд. Передача механической энергии от одной части устройства к другой может осуществляться по-разному [8].

Многие устройства пришли в современную жизнь человека из самой древности. Люди постоянно совершенствуют сложные механизмы, расширяя таким образом сферу их применения. Несомненно, в повседнев-

ной жизни человека различные устройства занимают очень важное место. Многие невозможно представить без использования простых и сложных механизмов. Приспособления широко применяются в строительстве, сельском хозяйстве, при добыче полезных ископаемых и в прочих областях деятельности человека [8].

В своей работе мы рассмотрели такой простой механизм, как наклонная плоскость и установили теоретически, и подтвердили экспериментально, что эффективность данного механизма (его КПД) зависит от угла наклона и коэффициента трения ее поверхности. В экспериментальной части исследования практическим путем мы подтвердили математические выводы, а также установили, что наклонные плоскости (пандусы), которые используются на часто посещаемых объектах жителями Тагилстроевского района, во многих случаях не соответствуют стандартам и малоэффективны. Таким образом, проведенное нами исследование подтвердило, что в нашем городе существует проблема в доступе ко многим объектам для маломобильных групп граждан.

### Список литературы

1. Аксенович Л.А. Физика в средней школе: Теория. Задания. Тесты: учеб. пособие для учреждений, обеспечивающих получение общ. сред. образования / Л.А. Аксенович, Н.Н. Ракина, К.С. Фарино; под ред. К.С. Фарино. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – С. 73–75.
2. Малая механизация. Машины, механизмы и оборудование для домашнего хозяйства: Ролф Кобли. – М.: Книжный клуб «Клуб семей», 2010. – 320 с.
3. Элементарный учебник физики: учебное пособие. В 3-х т. / под ред. Г.С. Ландсберга. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. – 10-е изд., перераб. – М.: Наука, 1985. – 608 с., ил.
4. <http://fb.ru/article/140026/prostyie-mehanizmyi-podyemnyiy-mehanizm-prostyie-mehanizmyi-v-byitu>.
5. <http://spishy-u-antoshki.ru/prostye-mekhanizmy-rychag.html>.
6. [http://class-fizika.ru/7\\_naklpl.html](http://class-fizika.ru/7_naklpl.html).
7. <https://www.oblgazeta.ru/pressreleases/5679/>.
8. [http://www.pravo.gov66.ru/media/pravo/73-ПП\\_fjsnkc.pdf](http://www.pravo.gov66.ru/media/pravo/73-ПП_fjsnkc.pdf).

### Приложение

#### Объекты Тагилстроевского района, на которых проводились измерения параметров пандусов



Рис. 4. Магазин «Магнит»



*Рис. 5. Администрация Тагилстроевского района*



*Рис. 6. Аптека*



*Рис. 7. Аптека 03*



*Рис. 8. Продуктовый магазин*



*Рис. 9. Магазин «Магнит»*



*Рис. 10. Магазин «Перекресток»*