

ОДИН ВЗГЛЯД ТРИБОЛОГИИ В ПИЩЕВОМ СЕРВИСЕ



А. С. Корогодина, студент,
hoshemin97@mail.ru,

С. В. Федоров, д-р техн. наук, профессор,
fedorov@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Статья посвящена подтверждению научной гипотезы о неучтении фактора трения при производстве пластиковых подносов, применяемых в современном пищевом сервисе. В ходе работы были проведены эксперименты по определению статического коэффициента трения у разных типов подносов с различными рифлениями поверхностей. В результате установлено, что у современных подносов очень низкий статический коэффициент трения по сравнению с таковым у подносов, произведенных в СССР, и наличие на них различных рифлений не сильно влияет на его значение. А также внесены предложения по улучшению угла трения с помощью подкладного материала.

трибология, трение скольжения, угол трения, трибонара, статический коэффициент трения, пищевой сервис, подносы

Трение присутствует везде. Подтверждением этому является современное состояние трибологии, включающей такие научные разделы, как триботехника, трибофизика, трибохимия, трибомеханика, трибомониторинг, трибоинформатика, трибоматериаловедение, трибология здоровья, трибодиагностика, пищевая трибология, нанотрибология, трибология плазмы, социальная и многие другие, включая и зелёную трибологию, к которой стремится весь мир [1].

В данной работе мы уделили особое внимание разделу пищевой трибологии [4], в частности неучтению фактора трения при определении устойчивости тарелки на подносе. Цель работы: определить статический коэффициент трения тарелки о пластиковые подносы разных типов, применяемые в современном пищевом сервисе, а также сравнить полученные результаты с показателями подносов, которые производились раньше, чтобы понять, в каком состоянии находится проблема учета фактора трения – улучшилось положение или ухудшилось, либо вообще не изменилось, а также выяснить, есть ли смысл стремиться дальше к совершенствованию в этом направлении.

В качестве критерия сравнения показателей различных подносов в работе использовался статический коэффициент трения [2]. Это безразмерная величина, которая не может быть получена теоретически, ее можно определить только опытным путем, с помощью экспериментов. Как правило, она зависит от материала и состояния контактирующих поверхностей соприкасающихся тел при их относительном перемещении. Также на статический коэффициент трения влияют размеры трущихся друг о друга поверхностей, именно поэтому в опытах по его измерению использовались одни и те же предметы.

Вычислить статический коэффициент трения довольно просто, он равен тангенсу угла наклона (1) или углу равновесия, также известному как угол трения, при котором начинается скольжение тела по наклонной плоскости [3]:

$$F_{\text{ст}} = F_{\text{тр}} = \operatorname{tg}(\alpha), \quad (1)$$

где $F_{\text{ст}}$ – искомый коэффициент трения; α – угол наклона плоскости (см. рис. 1).

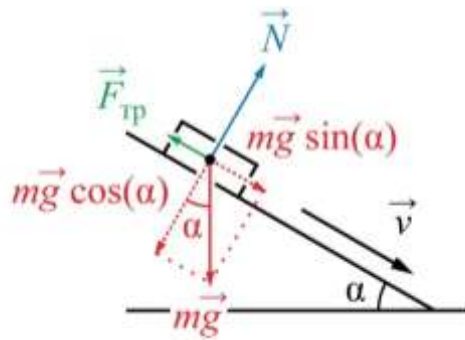


Рисунок 1 – Теоретическое представление угла трения

Смысл эксперимента заключается в определении статического коэффициента трения тарелки о подносы разных типов опытным путем с помощью вышеупомянутого закона трения. Для чистоты эксперимента во всех опытах использовалась одна и та же тарелка. Проводились эксперименты так, как показано на рис. 2 б.

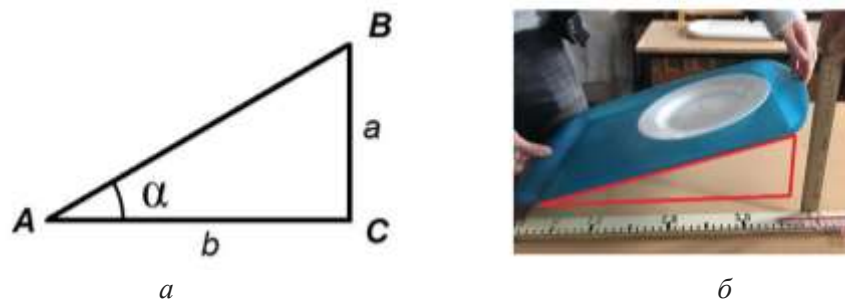


Рисунок 2 – Модель угла трения: *a* – теоретическая; *б* – практическая

Замерялись две величины – длины катетов, по которым и вычислялся угол наклона плоскости сразу после того, как тарелка переходила из состояния покоя в движение [5].

В ходе эксперимента использовали подносы с разными типами поверхностей – с рифлениями и без них (рис. 3), для того чтобы выяснить, влияют ли эти рифления на коэффициент трения вообще, какие влияют больше, какие меньше или разницы нет?

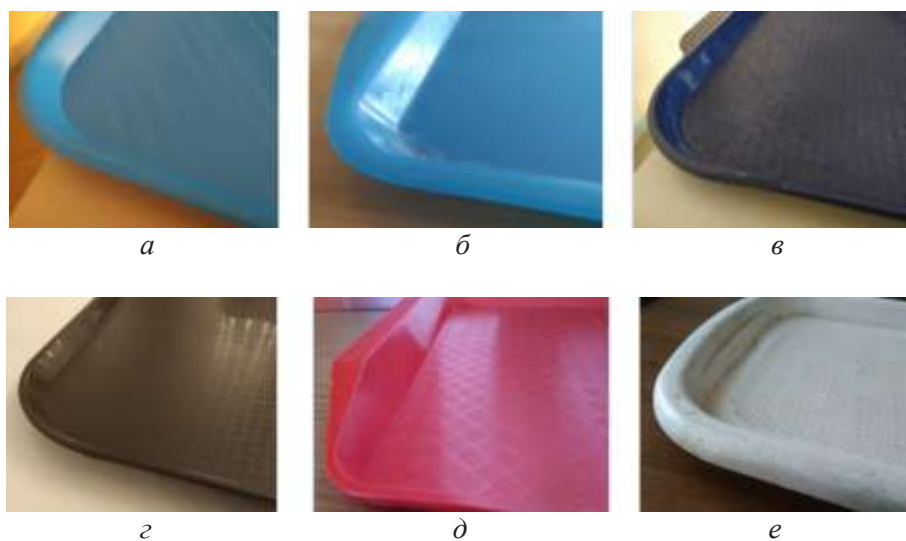


Рисунок 3 – Подносы с различными типами рифлений на рабочей поверхности и без них, использованные во время эксперимента: *a* – светло-голубой; *б* – голубой; *в* – синий; *г* – коричневый; *д* – красный; *е* – белый

Эксперимент проводился на подносах шести типов с различными рабочими поверхностями (рис. 3.), четыре из которых современного производства (рис. 3 а, в, з, д), а два сделаны по старым технологиям (рис. 3 б, е). Результаты по замеру статического коэффициента трения приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Статический коэффициент трения тарелки с разными типами подносов

Поднос	$\text{tg}(\alpha)$	α°
Светло-голубой	0,0998	5°08'34"
Голубой	0,2	11°29'27"
Синий	0,213	6°31'42"
Коричневый	0,0898	5°41'59"
Красный	0,114	4°14'54"
Белый	0,074	12°11'29"

Предположение о неучтении фактора трения подтвердилось. Результаты эксперимента показали, что у современных подносов очень низкий статический коэффициент трения по сравнению с подносами, сделанными по старым технологиям, и наличие на них различных рифлений не сильно влияет на показатель угла наклона, т.е. при наклоне подноса на 4 – 6° тарелка уже начинает съезжать с него.

Старые же подносы показали значительно лучшие результаты. Например, угол трения голубого подноса составил примерно 11°, хотя на подносе не имеется никаких рифлений, зато он сделан из плотного материала с хорошо выраженной шероховатостью, а также оснащен снизу ребрами жесткости, что тоже является важным критерием и оказывает влияние на статический коэффициент трения. Теперь рассмотрим коричневый поднос, имеющий весьма распространенное у современных подносов «плетеное» рифление, но при этом у него плохо реализованы ребра жесткости из-за того, что сам поднос сделан из тонкого материала, в связи с чем рабочая поверхность подноса прогибалась под тяжестью тарелки, тем самым увеличивая шанс тарелки прийти в движение и делая, по сути, нанесенные на поднос рифления бесполезными. Аналогично синий поднос, имеющий тот же тип рифлений и конфигурацию, но при этом сделанный из более толстого слоя пластмассы, с чуть лучше реализованными ребрами жесткости показал лучший результат по сравнению с коричневым. То есть наличие ребер жесткости еще не гарантирует хорошую устойчивость посуды на подносе. Белый поднос, сделанный по старым технологиям, из довольно плотного слоя материала, имеющий жесткий каркас, ребра жесткости, а также обладающий хорошим типом рифления, дал самый лучший результат – угол трения составил у него 12°. Современный светло-голубой поднос, у которого рифлений почти нет, показал лучший результат по сравнению с красным, у которого они явно выражены, что обусловлено толщиной рабочей поверхности подноса и его конфигурацией в целом. Таким образом, эксперимент свидетельствует о том, что рифления помогают снижать в основном динамический коэффициент трения, но при этом почти не влияют на снижение статического.

Также было сделано предположение о возможности улучшения угла трения подкладыванием под тарелку антифрикционного материала, в роли которого выступили салфетки, взятые в тех же местах общественного питания, где и сами подносы. Для чистоты эксперимента использовался один и тот же тип салфеток. Применение подкладного материала помогало в случаях с подносами, обладающими пониженным углом трения, т. е. с современными: увеличивало угол трения при подстилании одной салфетки с 4 – 6° до 7 – 8°, а двух салфеток – до 7 – 11° (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние подкладного материала на угол трения

Поднос	Без подкладного материала, α°	С подкладкой одной салфетки, α°	С подкладкой двух салфеток, α°
Светло-голубой	5°08'34"	7°53'50"	8°04'47"
Голубой	11°29'27"	10°25'45"	10°17'58"
Синий	6°31'42"	7°17'53"	7°37'32"
Коричневый	5°41'59"	8°40'10"	11°01'45"
Красный	4°14'54"	8°35'45"	9°15'05"
Белый	12°11'29"	10°17'21"	10°33'24"

В эксперименте с любым подносом тарелка каждый раз съезжала с салфетки (рис. 4 б), потому что коэффициент трения между салфеткой и подносом больше, чем между тарелкой и салфеткой (см. рис. 4).



Рисунок 4 – Использование подкладного материала (салфетки), в ходе применения которого тарелка соскальзывает с него, а не с подноса

Таким образом, в случае с подносами, обладающими хорошим углом трения, салфетки ухудшали положение, так как тарелка соскальзывала раньше с салфетки, чем если бы она соскальзывала с самого подноса.

Также в качестве подкладного материала использовалась и бумажная подкладка, которая являлась, по сути, аналогом салфетки (см. рис. 5)



Рисунок 5 – Пример использования бумажной подкладки на красном подносе:
а – поднос без подкладки; *б* – поднос с подкладкой

За счет использования подобной подкладки также можно увеличить угол трения у плохого подноса. Исследование эффективности бумажной подкладки проводилось на примере красного подноса, показавшего самый низкий угол трения. Данные замеров представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Влияние бумажного подкладного материала на угол трения

Поднос	Без подкладного материала, α°	С использованием бумажной подкладки, α°
Красный	4°14'54''	7°50'52''

Следовательно, при изготовлении подносов должен учитываться ряд факторов, таких как:

- экономичность (стоимость процесса изготовления, расход материала и стоимость самого материала, сложность конфигурации подноса);
- безопасность (совместимость материала подноса с пищевыми продуктами);
- моющие свойства (препятствие прилипания продуктов и т.д. к поверхности подноса, что способствует облегчению мойки);
- эстетически-декоративный (приятно на них смотреть и пользоваться ими).

Однако главным при производстве подносов должен быть учет фактора трения, так как если тарелка упала, остальное уже не важно. Возникает дискомфорт: вам стыдно, что разбили посуду, что испачкались сами или испачкали кого-то еще, а если несли что-то горячее, то можно было обжечься или еще хуже – обжечь кого-то другого. Так что производителям подносов для сервисов общественного питания стоит учитывать данный фактор, а не просто максимально дешево штамповать их. Предприятия же или заведения, покупающие данные подносы, могут использовать различный подкладной материал для них, дабы улучшить устойчивость блюда на подносе и при этом повысить эстетичность самого подноса, использовать этот материал в качестве рекламы, а также избежать с его помощью сильного загрязнения подноса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов. – 2-е изд. переработ. и доп. / А.В. Чичинадзе [и др.]; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – Москва: Машиностроение, 2001. – 664 с.
2. Дроздов, Ю.Н. Прикладная трибология (трение, износ, смазка) / Ю.Н. Дроздов, Е.Г. Юдин, А.В. Белов; под ред. Ю.Н. Дроздова. – Москва: Эко-Пресс, 2010. – 604 с.
3. Федоров, С.В. Физика трения в машинах: конспект лекций / С.В. Федоров. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 47 с.
4. Федоров, С.В. Трение и износ пищевых машин: методические указания по выполнению лабораторных работ / С.В. Федоров. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2002. – 46 с.
5. Крагельский, И.В. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – Москва: Машиностроение, 1997. – 526 с.

ONE LOOK OF TRIBOLOGY IN FOOD SERVICE

A. S. Korogodin, student,
hoshemin97@mail.ru,
S. V. Fedorov, doctor of technical sciences, professor,
fedorov@klgtu.ru

FGBOU VO “Kaliningrad State Technical University”

The article is devoted to the confirmation of the scientific hypothesis on the non-consideration of the friction factor in the production of plastic trays used in modern food service. In the course of the work, experiments were performed comparing static friction coefficient for different types of trays with different surface corrugations, as a result of which it was found that modern trays have a very low static coefficient of friction compared to the same old trays produced in the USSR and the availability of their different corrugations do not greatly affect it's value. Also, proposals have been made to improve the friction angle with the aid of a backing material.

tribology, sliding friction, friction angle, tribocouple, static coefficient of friction, food service, trays