

Один из творцов современной механики разрушения

(к 75-летию Майкла Питера Внука)

© 2010 В.М.Пестриков¹



Милош Пётр Внук. Польша. Краков. 2008 г.

Полеты в космос и гонка вооружений стали одной из причин бурного развития науки и техники в шестидесятые годы XX века. В этот период времени получила свое дальнейшее развитие механика разрушения твёрдых тел. Вопросами долговечности конструкций с дефектами типа трещин стали заниматься во многих странах мира, но наиболее существенные результаты были получены в США, Англии, СССР и Польше. Научные исследования ученых этих стран составили фундамент современной механики разрушения.

12 сентября 2011 года выдающемуся американскому ученому польского происхождения, Милошу Петру Внуку (Michael Peter Wnuk), исполняется 75 лет со дня рождения и 51 год научно-педагогической деятельности в области механики и физики разрушения.

Свой путь в науку М. Внук начал в технологическом университете города Кракова. Здесь он в 1959 году получил магистерскую степень (механика), а уже через три года стал кандидатом наук (Ph.D.). С этого момента М. Внук становится ассистентом кафедры физики Краковского технологического университета и занимает эту должность вплоть до переезда в США в 1966 г. За четыре года молодой ученый опубликовал 6 научных

¹ Пестриков В.М.(email: vpest@mail.ru), д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Информатика» Санкт-Петербургского государственного университета сервиса и экономики (191015 Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская дом 7). Известный ученый в области механики разрушения и моделирования научно-технических проблем (www.kafedrainf.ru).

статей в изданиях Польской Академии наук. Пять статей были посвящены различным задачам деформирования стержневых конструкций, а одна – прикладным вопросам математики, выражению эллиптических интегралов первого и второго рода через элементарные функции и применению полученных результатов к физическим проблемам.

Талантливый исследователь не остановился на достигнутом и в 1965 году получил магистерскую степень по теоретической физике престижного Ягелонского университета в городе Кракове.



Аспирант Милош Внук. Краков. 1962 г.

В 1966 году М. Внук получает приглашение на годичную научную стажировку в Калифорнийский технологический институт (Caltech) по гранту NASA. В тоже время он получил приглашение на должность доцента в Университет американского штата Южная Дакота. Этот год явился в жизни ученого самым важным, так как он связал всю свою дальнейшую научную деятельность с США, где плодотворно работает и по сей день. Сначала он занимает должность доцента, потом профессора Университета Южной Дакоты. В 1967 году в трудах этого университета появляется первая статья М. Внука в области механики разрушения: "Kinetic Energy and Equation of a Motion of a Spreading Penny-Shaped Crack". Статья была замечена в научном мире и принесла известность молодому ученому. В августе 1968 года он представил результаты своей работы на Конгрессе IUTAM (International Union of Theoretical and Applied Mechanics) в Стэндфордском университете. Следующий грант NASA позволил ему продолжить научно-исследовательскую работу в области авиационной техники в Калифорнийском технологическом институте в Пасадене, штат Калифорния.

В 1970 году профессор М.Внук работал почетным научным сотрудником в департаменте прикладной математики и теоретической физики Кембриджского университета Великобритании. В этом же департаменте в свое время работал великий Исаак Ньютон. Во время своего визита в Кембриджский университет проф. Внук работал с известными учеными Родни Хиллом (Rodney Hill) и Джоном Уиллисом (John Willis).

Исследования проф. М. Внука спонсировали Британский совет по науке (British Science Council) и Управление военно-морских исследований США (Office of Naval Research of the USA).

В дальнейшем М. Внук внес большой вклад в развитие механики разрушения и его имя занимает достойное место в мировой науке. Созданная им теория разрушения позволяет определять долговечность твердых тел с трещинами при различного типа нагрузках. В 1971 г. М. Внук в соавторстве с В. Кнауссом (W.G. Knauss) исследовал проблему начального периода развития пространственной дискообразной трещины с вырожденной кольцевой пластической зоной в вязко-упругом массиве. В основу исследования была положена модифицированная модель Леонова-Панасюка-Дагдейла, когда напряжения в концевой зоне трещины полагаются зависящими от истории нагружения.



Дж. Ирвин (G.R. Irwin, второй ряд, крайний справа), М. Внук (M. Wnuk, третий ряд, крайний справа). Дж. Хатчинсон (J.W. Hutchinson, средний в четвертом ряду). Пятая конференция по механике разрушения. Бетлехем, штат Пенсильвания. Июнь 1968.

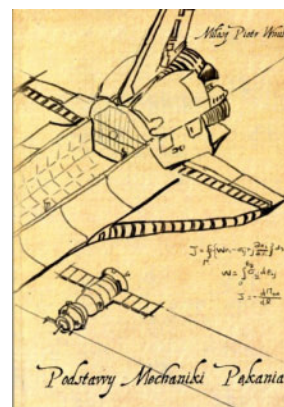
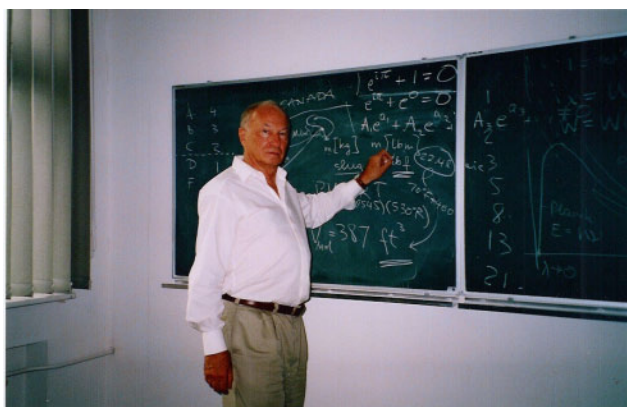
Известен критерий М. Внука (1972), иногда его называют критерием «завершающего натяжения» или «дельта-COD», для исследования медленного роста трещины. Согласно этому критерию приращение нормального перемещения в некоторой точке перед концом трещины сохраняется постоянным в течение медленной стадии роста трещины. Этот критерий отличается от критерия предельного раскрытия трещины тем, что в нем ограничение накладываемое не на смещение, а на разность смещений. Критерий Внука позволил решить ряд важных практических задач механики разрушения, в частности, связанных с докритическим ростом трещин.

Теория Внука, основанная на концепции постоянства напряжений в концевой зоне, лучше других микроструктурных теорий описывает кинетику роста трещин в полимерных материалах.

М. Внуком впервые введен термин "зона процесса" и получено дифференциальное уравнение роста докритической устойчивой трещины, которое носит название: уравнение *Внука-Райса-Соренсена* (*Wnuk-Rice-Sorensen*). Это уравнение определяет так называемую «универсальную» *R*-кривую сопротивления материала к разрушению не зависящую от геометрии.

Все это дает основание назвать Милоша Внука одним из тех, кто наряду с такими выдающимися учеными, как Дж. Ирвин (G.R. Irwin), Д. Дагдейл (D.S. Dugdale), А. Уэллс (A.A. Wells), М.Я.Леонов, В.В. Панасюк, Г.П. Черепанов, Е.М. Морозов и др., во второй половине XX века заложил фундамент современной механики разрушения.

М. Внук, наряду с научными исследованиями, находит время и для подготовки молодых ученых; он преподавал и проводил исследования в различных научных вузах в Соединенных Штатах, в том числе, в Университете штата Мичиган, Стэнфордском университете, Калифорнийском технологическом институте и др. Милош Внук также работал за рубежом в Англии, его родной Польше, Германии, России, Италии, Югославии, Китае и других странах.



Проф. М.П. Внук во время чтения лекции на математическом факультете Варшавского университета, 2004 г. и его книга лекций «Основы механики разрушения» (на польском языке). 3-е изд. 2008.

В 1982 году М. Внук переезжает в город Милуоки, в двух часах езды от Чикаго, где занимает должность профессора университета Висконсин. В 2001-2008 г.г. М. Внук - почетный профессор Университета Висконсина – Милуоки. С 2008г. по 2009 г. М. Внук - координатор по международным связям Колледжа инженерных и прикладных наук Университета Висконсина - Милуоки.

В университете Висконсина М. Внук начал научные исследования в области физической мезомеханики, нового научного направления на стыке физики и механики деформируемого твердого тела. Профессор М. Внук вместе с профессором В. Е. Паниным (Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН) явился одним из основателей и сопредседателем Международной конференции и семинара по вопросам

мезомеханики, которая созывается один раз в два года (в 1996 г., г. Томск, Сибирь, 1998, Тель-Авив и в 2000 - Китай) в целях объединения междисциплинарных исследований высокотехнологичного характера в физике, механике и материаловедении.

В 1996 году на форуме «Мезоразрушение» было предложено издавать в Томске международный журнал «Физическая мезомеханика» на русском и английском языках (<http://www.sibran.ru/FIZMW.HTM>). Членом редколлегии журнала стал проф. М. Внук. Следует заметить, что этот журнал является единственным международным изданием, в котором публикуются результаты теоретических и экспериментальных исследований и обзоры в области физической мезомеханики с учетом фрактальной геометрии микроструктуры.



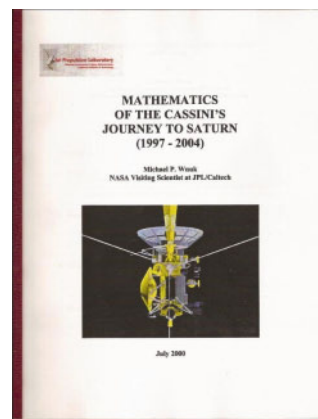
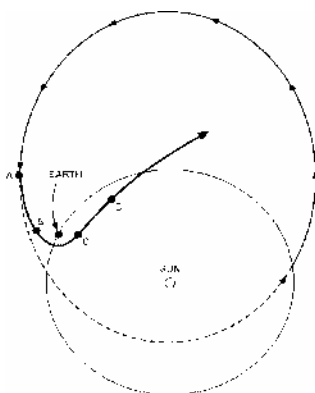
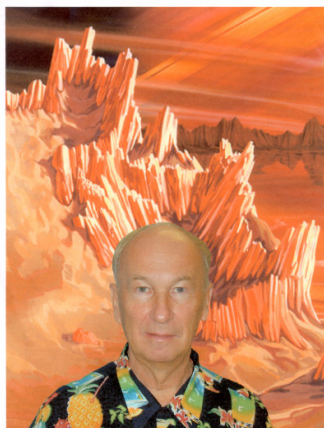
Международная конференция по физике, мезомеханике и системам автоматизированного проектирования и развития перспективных материалов, 25 - 28 августа 2004, Томск



Три профессора: М. П. Внук, С.П. Псахье (Директор ИФПМ СО РАН) и В.Е.Панин (главный редактор журнала “Мезомеханика”)

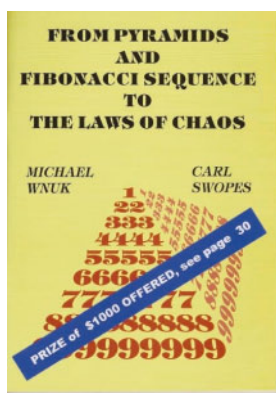
Благодаря работам М. Внука и его коллег удалось на базе физической мезомеханики разработать методы компьютерного конструирования новых материалов и технологий их получения. Были развиты неразрушающие методы контроля материалов и конструкций, в условиях нагружения. Все это нашло применение в различных областях энергетики, нефтегазового комплекса, металлургии, машиностроения, транспорта, ракетной техники и др.

Милош Внук является многогранным ученым, широта его научных интересов поражает и вызывает восхищение у тех, кто его знает. Он интересуется проблемами далекими от механики разрушения, в частности, полетом на планету Сатурн, числами Фибоначчи, а также литературой. Работая по грантам NASA (1997–2004), он издает книгу «Математика зонда Кассини летящего к Сатурну».



Профессор Милош Внук и его расчетные орбиты полета на Сатурн. Книга М. Внука "Mathematics of the Cassini's Journey to Saturn", Jet Propulsion Laboratory, Caltech, 2000.

Числа Фибоначчи всегда привлекали ученых своей таинственностью. Американский писатель-фантаст Дэн Браун в книге «Код да Винчи» описал последовательность Фибоначчи как «лжешифр». Известна связь между числами Фибоначчи и золотым сечением. Открытие средневекового математика Леонардо Пизанского, известного как Фибоначчи, представляет собой не просто игру с числами, а самое важное математическое выражение природных явлений из всех когда-либо открытых. Не удивительно, что магия чисел Фибоначчи привлекла и д-ра Милоша Внука. Он совместно с сотрудником испытательного полигона NASA «White Sands» в Нью-Мексико Карлом Свотсом (Carl Swopes) написал книгу, в которой они рассмотрели связь между рядом Фибоначчи и египетскими пирамидами. Многие пытались разгадать секреты пирамид в Гизе. Ключ к геометрическому секрету пирамид в Гизе, как известно, был передан Геродоту храмовыми жрецами, сообщившими ему, что пирамиды построены так, чтобы площадь каждой из ее граней была равна квадрату ее высоты. Высота пирамиды, как известно, 484.4 фута, что соответствует 5813 дюймам, тогда числа 5-8-13 не что иное, как числа из последовательности Фибоначчи.



Обложка книги М. Внука и К. Свотса о законах хаоса и пирамидах. Справа: обложка сборника статей и докладов по механике разрушения летней школы Белградского университета (IFMASS).

Проф. М. Внук является основателем и одним из руководителей международной школы IFMASS, основанной вместе с профессором Стояном Седмаком в 1981 году. Школа привлекает знаменитых ученых в качестве

преподавателей и существует по сей день. Все лекции проф. М. Внука, прочитанные во время работы в международной школе IFMASS были опубликованы в Белграде издательством „Proceedings IFMASS”.

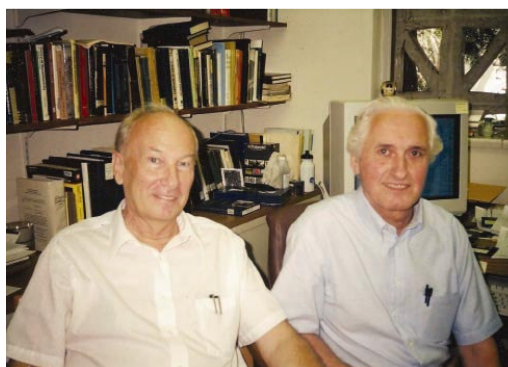
В 1991 году профессор Внук был координатором и директором продвинутого международного курса по механике и физике деформации, организованного под патронатом Международного научного центра механики (CISM) в Удине, Италия.

С 1987 года М. Внук занимает пост президента Международного научно-исследовательского института "Панславия" (Panslavia), который помогает зарубежным коллегам, ведущим исследования в области торговли, науки и промышленных технологий с особым акцентом на глобальные проблемы экологии и медицины.

Несмотря на большую занятость, Милош Внук находит возможность принимать участие и выступать с докладами на международных конференциях, встречаться с коллегами. Он был дружен с рано ушедшим из жизни известным ирландским ученым в области механики разрушения Бертраном Бробергом (B. Broberg). С 1996 г. по 2002 г. М. Внук по предложению ASEE/NASA приглашался в качестве профессора консультанта в Космический центр имени Джонсона – NASA и в Лабораторию Реактивной Тяги (Jet Propulsion Laboratory) Калифорнийского технологического института.



Милош Внук и Бертран Броберг (B. Broberg), Киев, 1993 г.



Милош Внук и Вольфганг Кнауус (W.G. Knauss). Калифорнийский технологический институт (Caltech), 2002 г.

Особо следует отметить плодотворную работу Милоша Внука в Польше. Здесь он преподавал в Институте фундаментальных технических проблем Польской академии наук в Варшаве и в Академии горного дела и металлургии (АГМ) в Кракове. На базе прочитанного курса лекций по механике разрушения в течение осеннего семестра 1974 года для докторантов и научных работников АГМ, был написан и издан вузовский курс лекций „Основы механики разрушения” в 1977 году. Второе издание этого учебника вышло в 1982 году, а его исправленная и дополненная версия была издана в 2008 году под тем же названием Краковским научным издательством „Akarit” Академии горного дела и металлургии.



Восьмая Международная конференция по механике разрушения (ICF8), слева направо: проф. В.М. Пестриков, проф. М.П.Внук, проф. В.И.Астафьев. Киев. Пуца Водица. 8-14 июня 1993 г.

Профессор Милош Внук, имея русские корни, живо интересуется Россией, ее прошлым и настоящим. Он, по линии своего отца Мариана Внука, происходит из рода князя Юрия Долгорукого, основателя Москвы.



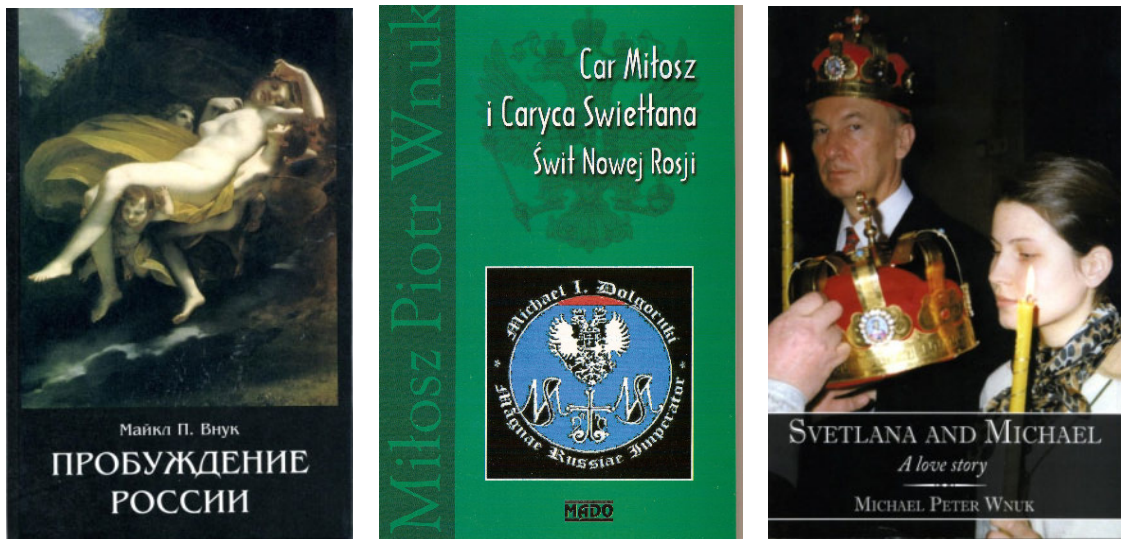
Надпись на мраморной доске гласит:
Профессор Мариан Внук
«Дедушка»
2 XII 1902 – 18 VII 1975
Превосходный воспитатель
Великий любитель путешествий,
который изучая польский язык,
изучил жизнь
Благодарные ученики класса XIc
- выпускники 1967

Памятная мраморная доска в честь отца Милоша Внука, профессора Мариана Внука, установленная в пятой гимназии им. Витковского в Кракове.

Отец Милоша Внука долгие годы преподавал в пятой гимназии имени Витковского (Witkowskiego) в Кракове. Мариан Внук очень хорошо знал историю России, что передалось его сыну, который многому научился от отца. Отметим один штрих к портрету Мариана Внука, который высоко характеризует его славянские патриотические настроения. Когда танки Красной Армии под командованием маршала Конева подошли к Висле, Мариан пришел в их расположение и предложил офицерам отобедать у него дома.

Частые приезды М. Внука в Россию дали пищу для его писательских экспериментов. Его книга «Пробуждение России» на русском языке увидела свет в 1992 г. в Чикаго, в следующем году вышел перевод на английский. В

Польше на ее основе осуществлена театральная постановка. Описываемые в ней события датированы концом 1991 - началом 1992 г. Это было странное время, а вернее - конец странного времени по имени "перестройка". Вот как отозвался об этой книге голливудский театральный критик Леон Мартелл: «Основная тема этой истории заключается в словах: "красота, увиденная однажды, не утеряна никогда". Сюжет развивается на фоне величия и блеска старой имперской России, резко контрастирующего с мрачностью и нищетой повседневной жизни в России современной. Воля автора понять эту странную страну огромна. Он пытается объяснить, каким образом всеохватная и всевластная тоталитарная система, только что обрушившаяся, подготовила почву для образа жизни, напоминающего дни Аль Капоне в Чикаго в начале века. Независимо от этих впечатлений путешественника по России во время жестокого перехода к новой эре посткоммунизма, книга содержит чарующую "Love story"; нежную и сложную, искреннюю и непостижимую, как сама жизнь. Духовно и трогательно... Мужчина, очарованный своими славянскими предками, Россией, русским народом и женщиной, олицетворяющей все это. Вся история подобна возвышенной поэме, фантастическому превращению: прекрасная волшебная сказка, написанная Демоном, влюбленным в Тамару».



Обложки книг: Майкл П. Внук «Пробуждение России. Записки путешественника». Томск, 1997. (рус. яз.), Милош П. Внук «Царь Михаил и царица Светлана. Рассвет новой России» (польский язык) и Майкл П. Внук «Svetlana and Michael. A love story», Bloomington, 2010. (англ., рус., польский яз.)

Интересно отметить, что М. Внук, будучи частым гостем в России, не допускает отрицательных высказываний в ее адрес, когда оказывается за ее пределами. Ему чужды лавры французского путешественника маркиза Астольфа Луи Леонора де Кюстина. Он считает Россию оплотом славянского мира и молится за ее благополучие, о чем Милош не преминул сказать в своей книге «Пробуждение России. Записки путешественника»: «На минуту

я задерживаюсь в церкви Петра и Павла и там, в молчании смотря на дрожащие огоньки свечей, благодарю православного Бога за то, что Россия вновь становится тем, чем должна быть всегда - колыбелью неукротимой славянской души и свободы выбора собственной философии жизни, уважающей культуру и гуманизм независимо от их происхождения».

Доктор Милош Внук по велению своего сердца ведет большую общественную работу межгосударственного масштаба, направленную на взаимообогащение народов в области науки и культуры. С 1983 года М. Внук является президентом американского культурного фонда, самой активной общественной организации, содействующей развитию польской культуры в Соединенных Штатах Америки. С 2005 года М. Внук - президент Польского фонда американской культуры имени Игнация-Яна Падеревского в Кракове.



Д-р Майкл П. Внук приветствует участников ежегодного совещания Совета директоров АСРС (Американский совет по польской культуре) в Милуоки, штат Висконсин в апреле 2009 года.

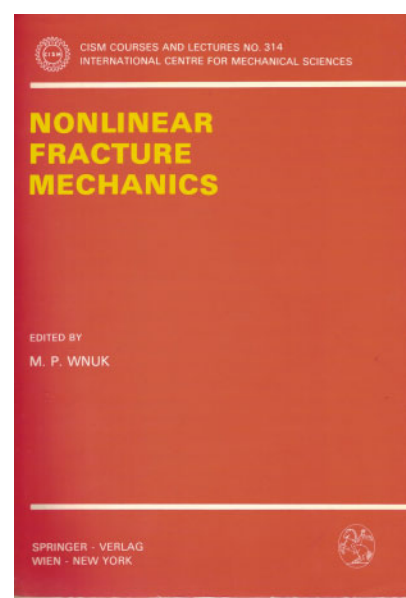
Научные заслуги Милоша Внука были отмечены в 1991 году стипендией Фулбрайта. Он лауреат престижной премии Леди Дэвис правительства Израиля (1992 г.). Является членом научного общества Sigma Xi², общества Pi Tau Sigma³, Американской академии механики, Общества по улучшению материалов и технологий производства, Американской ассоциации содействия развитию науки, членом-корреспондентом

² Sigma Xi – некоммерческое научно-исследовательское общество, основанное в 1886 в Корнельском университете группой студентов для поддержки научно-исследовательских учреждений в обеспечении добросовестности в области науки и техники для укрепления общественной роли науки в целях улучшения условий жизни человека. В настоящее время общество включает в себя около 60000 ученых и инженеров. Более 200 лауреатов Нобелевской премии были членами Sigma Xi.

³ В члены общества Pi Tau Sigma избирают претендентов, обладающих рациональным отношением к технике, науке, личности и способных в будущем достигнуть успеха в избранной ими области машиностроения.

Кембриджского философского общества в Англии и пожизненным членом Нью-Йоркской Академии наук. В Польше, имя Милоша Внука стоит в одном ряду с такими известными учеными, как Николай Коперник, Леопольд Инфельд, Витольд Новацкий и др. Проф. М. Внук вместе с белградским проф. Стояном Седмаком в 1981 году явился основателем и одним из руководителей международной школы IFMASS. IFMASS продолжает работать по сей день, сохраняя традиции, заложенные ее основателями, в частности, привлечение в качестве преподавателей известных ученых в области механики разрушения.

В 2009 году за выдающиеся достижения Милош Пётр Внук был назван человеком года по версии Американского биографического института (American Biographical Institute for Dedication and Excellence).



Награда д-ра М. Внука "Man of the Year 2009" и обложка его книги «Нелинейная механика разрушения» изданная в 1990 г. издательством Springer-Verlag, Wien - New York.

Милош Внук как человек очень деликатен, внимателен и добр, всегда готов прийти на помощь другу, если тот оказался в беде. С ним приятно обсуждать научные проблемы и находить их решение. Он большой юморист. До сих пор в Краковском политехническом институте ходят легенды об забавных ситуациях, в которые попадал их воспитанник, будучи сначала студентом, потом молодым преподавателем и наконец ученым с мировым именем.



Милош Внук. Краков. Польша. 2008 г.

Все друзья и коллеги сердечно поздравляют Милоша Внука с 75-летием и желают ему крепкого здоровья, оптимизма и долгих творческих успехов в науке и литературе.

Список основных научных публикаций

Книги

1. Introduction to Fracture Mechanics, (in Polish), published by the Academy of Mining and Metallurgy Press and AKAPIT Publishers, Krakow, Poland, 1977, 1982 and 2008.
2. Nonlinear Fracture Mechanics, (in English), co-author and editor, published by Springer-Verlag, Berlin – New York, 1990.

Технические отчеты, доклады и бюллетени для ограниченного распространения

1. "Review of Some Russian Papers Pertinent to the Fracture Mechanics," California Institute of Technology, September 1967, GALCIT SM 67-9.
2. "Delayed Fracture in Viscoelastic-Plastic Solids," GALCIT 68-8, California Institute of Technology, March 1968 (written jointly with Dr. W. G. Knauss).
3. "Energy Criterion for Initiation and Spread of Fracture in Visco-Elastic Solids," Engineering Experimental Station Bulletin No. 7, South Dakota State University, Brookings, South Dakota, April 1968.
4. "Similarity Between Creep Rupture in Visco-Elastic Solids and Fatigue in Metals," Annual Progress Report for Office of Naval Research, Task Order NR 064-513, April 1970.
5. "Delayed Fracture Under Alternating Loadings," Annual Progress Report for the Office of Naval Research, Task Order NR 064-513, South Dakota State University, August 1970.
6. "Subcritical Propagation of Fractures in Solids," Quarterly Progress Report for NASA under grant NGR 42-003-006, Brookings, South Dakota, July 1970.

7. "Prior-to-Failure Extension of Flaws under Monotonic and Pulsating Loadings," Annual Progress Report for NASA under grant NGR 42-003-006, Brookings, South Dakota, May 1971.
8. "Effect of Ductile and Viscous Dissipation on Fracture of Solids," University of Cambridge and South Dakota State University, Annual Progress Report for Office of Naval Research Task Order NR 064-513, August 1971.
9. "Slow and Fast Motion of Cracks in Inelastic Solids," Annual Progress Report for NASA prepared under grant NGR 42-003-006, South Dakota State University, August 1972, (written jointly with Dr. George Sih, Lehigh University, Bethlehem, PA).
10. "On Assessment of Fracture Toughness Near or After General Yield" (Part A) and "Extension of Fracture by Combined Fatigue and Creep Under Confined Yield Condition" (Part B), Final Progress Report prepared for NSF at South Dakota State University, March 1977, Grants #GH43605 and DMR 74-0231GA-02.

Публикации в изданиях технических обществ и реферируемых журналах

1. "Limit State of a Bar with Arbitrary Cross-Section Under Tension and Torsion," *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, Vol. 10, No. 6, 1962, p. 221.
2. "Upper and Lower Bounds of the Plastic Interaction Curve for Combined Tension and Torsion, Part I and Part II," *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, Vol. 11, No. 2, 1963, p. 33.
3. "Steady-State Creep Process of a Bar Loaded by an Axial Force and a Torque," *Arch. Mech. Stosow*, Vol. 15, No. 3, 1963, p. 397. Co-authored with Professor S. Piechnik.
4. "Effect of Torsion and Tension on a Prismatic Bar with Cross-Section of Arbitrary Shape in the Elastic-Plastic Range," *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, Vol. 11, No. 11, 1963, p. 379.
5. "Yield Curves for Bars of Various Cross-sections Under Combined Torsion and Tension," *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, Vol. 11, No. 11, 1963, p. 371.
6. "An Approximation to Elliptical Integrals of the First and Second Kind by Means of Elementary Functions and Some Applications to Physical Problems," *Zastosowania Mat.*, Vol. 7, 1963, p. 205.
7. "Length of Plastic Zones for Penny-Shaped Cracks," *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, Vol.13, No. 8, 1965, p. 445. Co-authored with Professor Z. Olesiak.
8. "Plastic Energy Dissipation Due to a Penny-Shaped Crack," *Rozprawy*, Vol. 14, No. 3, 1968, p. 441. Co-authored with Z. Olesiak.
9. "Kinetic Energy and Equation of a Motion of a Spreading Penny-Shaped Crack," in *Proceedings of the South Dakota Academy of Sciences*, Vol. 46, 1967.
10. "Energy Balance at Fracture in Elastic-Plastic Solid Due to an Axially Symmetrical Crack," presented at Canadian Congress of Applied Mechanics, Quebec, May 1967; the abstract is published in the *Proceedings of the Canadian Congress*, 1967.
11. "Plastic Energy Dissipation Due to Penny-Shaped Crack, (Part I and Part II)," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 4, No. 4, December 1968, p. 383 (Part I). Co-authored with Professor Z. Olesiak.
12. "Criteria of Ductile Fracture Initiated by a Penny-Shaped Crack," *Journal of Lubrication Technology, Transactions of ASME*, Vol. 90, Series F, January 1968, pp. 56-65.
13. "The Nature of Fracture in Relation to Total Potential Energy," *British Journal of Applied Physics*, London, England, Ser. 2, Vol. 1, 1968.
14. "Effects of Time and Plasticity on Fracture," *British Journal of Applied Physics*, Ser. 2, Vol. 2, 1969, p. 1245.
15. "Delayed Fracture in Viscoelastic-Plastic Solids," *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 6, 1970, pp. 995-1009. Co-authored with W. G. Knauss.

16. "Subcritical Growth of Fracture," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 7, 1971, pp. 383-407.
17. "Slow Growth of Cracks," presented at the Canadian Congress of Applied Mechanics, University of Calgary, May 1971, cf. *Proceedings of CANCAM 71*, pp. 181-182.
18. "Effect of Strain Rate on Subcritical Growth of Cracks," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 7, 1971, pp. 217-220.
19. "Accelerating Crack in a Viscoelastic Solid Subject to Subcritical Stress Intensity," in *Proceedings of the International Conference on Dynamic Crack Propagation*, pp. 273-280, Lehigh University, 1972, published by Noordhoff, Leyden.
20. "Initiation of Fracture in Viscoelastic Solids, Experiment vs. Theory," in *Proceedings of the International Symposium on Experimental Mechanics*, held at the University of Waterloo, June 1972, pp. 673-684.
21. "Stable Crack Growth," in *Proceedings of the International Symposium of Foundations of Plasticity*, Warsaw. September 1972, Vol. 2, published by Noordhoff International, 1973.
22. "Prior to Failure Extension of Flaws in a Rate Sensitive Tresca Solid," ASTM, STP 536, August 1973, in *Proceedings of the 6th ASTM National Symposium on Fracture Mechanics*, held in Philadelphia, September 1972, pp. 64-75.
23. "Prior-to-Failure Extension of Flaws Under Monotonic and Pulsating Loadings," *Journal of Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 5, 1973, pp. 379-397.
24. "Slow Growth of Cracks in a Rate Sensitive Tresca Solid," *Journal of Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 5, No. 3, 1973, pp. 605-626.
25. "Criteria for Delayed Fracture in Solids and Their Experimental Verification," *Journal of Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 4, 1972, pp. 245-266. Co-authored with Frankiewicz and Stankowski.
26. "Quasi-Static Extension of a Tensile Crack Contained in a Viscoelastic-Plastic Solid," *ASME Transactions, Journal Applied Mechanics*, Vol. 41, No. 1, March 1974, pp. 234-242. Presented at the ASME Winter Annual Meeting in Detroit, November 1973, and at the 7th ASTM National Symposium on Fracture Mechanics held at College Park, Maryland, August 1973.
27. "Rate Dependent Extension of Flaws Under Cyclic Loadings," presented at the Open Forum of the Western Applied Mechanics Conference at Stanford Research Institute, September 1973.
28. "Fatigue in Rate Sensitive Solids," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 10, No. 2, June 1974, pp. 223-226. Presented at CANCAM 73, Montreal, May 1973.
29. "Transition from Slow to Fast Crack Propagation in Non-Elastic Solids," abstract in *Proceedings of 17th Polish Solid Mechanics Conference, Szczyrk*, September 1975.
30. "Extension of Fracture by Combined Fatigue and Creep," in *Proceedings of International Conference on Fracture Mechanics and Technology*, University of Hong Kong, March 1977, published by Noordhoff, Vol. 2, pp. 811-822.
31. "Ultimate Strength Analysis of 'Janek' Chairlift," *Case Studies in Fracture Mechanics*, eds. T. P. Rich and D. J. Cartwright, published by Army Mat. and Mechanics Research Center, Watertown, Massachusetts, 1977, pp. 4.5.1-4.5.15.
32. "Initial Stages of Crack Extension in Time-Dependent and/or Ductile Solids," in *Proceedings of the 4th International Conference on Fracture*, Waterloo, Canada, Vol. 3, ICF4, 1977, pp. 59-62.
33. "Computer Simulation of Fracture Processes," in *Proceedings of First International Conference on Numerical Methods in Fracture Mechanics*, University College at Swansea, Swansea, U.K., 1978, pp. 608-611.
34. "A Model for Stable Crack Growth," *Prikladnaya Matematika i Mekhanika (PMM)*, Moscow, Vol. I, Issue No. 4, 1978, pp. 758-764.

35. "Stable and Unstable Cleavage Fracture in Fully Yielded Components," *Mechanics Research Comm.*, Vol. 5, No. 5, 1978, pp. 269-275.
36. "Comparison of Theoretical and Experimental Results Pertaining to R-Curves in Low and High Ductility Solids," in *Proceedings of International Conference on Fracture Mechanics in Engineering Applications*, Bangalore, India, 1979. Co-authored with R. N. Dash.
37. "Initiation and Quasi-Static Extension of Fracture in Viscoelastic Media, Experiment vs. Theory," in *Proceedings of International Conference on Fracture Mechanics in Engineering Applications*, Bangalore, India, 1979. Co-authored with A. N. Joshi.
38. "Model for a Quasi-Static Tensile Crack Extending in Fully Yielded Material," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 15, 1979, pp. R3-R5. Co-authored with M. Mirabile.
39. "Occurrence of Catastrophic Fracture in Fully Yielded Components-Stability Analysis," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 15, No. 6, 1979, pp. 553-581.
40. "Transition from Slow to Fast Fracture Under Post-Yield Condition," in *Proceedings of ICM-3, Third International Conference on Mechanical Behavior of Materials*, Cambridge, England, eds. Miller and Smith, Pergamon Press, Vol. 3, August 1979, pp. 549-561.
41. "Enlargement of a Thermally Driven Penny-Shaped Crack: Stability Considerations," *Journal of Thermal Stresses*, Vol. 3, 1980, pp. 409-426.
42. "Subcritical and Fatigue Crack Growth in Anti-Plane Strain State," *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 16, 1980, pp. 1135-1146. Co-authored with M. Piszczek.
43. "Stability of a Disc-Shaped Geothermal Reservoir Subjected to Hydraulic and Thermal Loadings," *International Journal of Fracture Mechanics*, Vol. 17, 1981, pp. 493-517. Co-authored with T. Mura.
44. "Final Stretch Model of Stable Fracture," presented at 13th ASTM National Symposium on Fracture Mechanics, Philadelphia, May 1980, published in *ASTM STP 743, American Society for Testing and Materials*, pp. 500-508. Co-authored with S. Sedmak.
45. "Stable Phase of Ductile Fracture in Two- and Three-Dimensions," *Transactions ASME, Journal of Applied Mechanics*, Vol. 48, 1981, pp. 500-508.
46. "Comparative Study of Models for Quasi-Static Tensile Fracture," appeared in the special volume on "Recent Contributions to Mechanics of Solids," ed. by Eringen, *International Journal of Engineering Science*, Vol. 19, 1981, pp. 1517-1527. Co-authored with T. Mura,
47. "Extension of a Stable Crack at a Variable Growth Step," *ASTM STP 791, American Society for Testing and Materials*, 1982. pp. I-96 to I-127. Co-authored with T. Mura.
48. "Discontinuous Extension of Fracture in Elastic-Plastic Field," *ASTM STP 803, American Society for Testing and Materials*, 1983, pp. I-159 to I-175.
49. "Effect of Microstructure on the Upper and Lower Limit of Material Toughness in Elastic-Plastic Fracture," *Journal Mechanics of Materials*, Vol. 2. No. 1, 1983, pp. 33-46. Co-authored with T. Mura.
50. "Evaluation of Stress Intensity Factors by the R-Functions Method," *International Journal of Fracture*, Vol. 24, 1984, pp. 107-126. Co-authored with J. Orkisz and A. Rachowicz.
51. "Mathematical Modeling of Ductile and Time-Dependent Fracture," in *Proceedings of the 10th Canadian Fracture Conference*, University of Waterloo, August 1983, eds. Pindera and Krasnowski (text of an invited plenary lecture at CFC10), published by Martinus Nijhoff, The Netherlands, pp. 91-109.
52. "Stable Growth of Fracture in Brittle Aggregate Materials," *International Journal of Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, Vol. 2, 1984, pp. 259-286. Co-authored with Z. Bazant and E. Law.

53. "CDM Model of Damage Accumulation in Laminated Composites," *International Journal of Fracture*, Vol. 28, 1985, pp. 121-138. Co-authored with R. D. Kriz.
54. "Essential Work of Fracture (w_e) versus Energy Dissipation Rate (J_c) in Plane Stress Ductile Fracture," *International Journal of Fracture*, Vol. 31, 1986, pp. 161-171, co-authored with D. Read.
55. "Nonlinear Time-Dependent Failure in Polymers and Metals at Elevated Temperatures," invited lecture given at an International Conference ICFM'87 at Fudan University, Shanghai, China. Extended abstract appeared in *Proceedings of ICFM'87*, published by Fudan University Press, 1987, pp. 661-670.
56. "Model of Fatigue Crack Growth Based on Energy Dissipated within the Process Zone," in *Advances in Fracture Research, Proceedings of the 7th International Conference on Fracture (ICF7)*, Houston, Texas, March 1989, eds. K. Salama, K. Ravi-Chandar, D. M. R. Taplin, P. Rama Rao, Pergamon Press, Vol. 2, pp. 1121-1131. Co-authored with H. Feng and M. Lasky.
57. "Onset and Early Stages of Fracture in Inelastic Solids," invited lecture delivered at the 21st Midwestern Conference on Mechanics, Michigan Technological University, Houghton, Michigan, August 1989. Text of the lecture appeared in *Proceedings of the 21st Midwestern Conference on Mechanics*.
58. "Modeling Quasistatic Fracture in Strain Softening Cementitious Composites," invited lecture delivered at the 21st Midwestern Conference on Mechanics, Michigan Technological University, Houghton, Michigan, August 1989. Text of the lecture appeared in *Proceedings of the 21st Midwestern Conference on Mechanics*. Co-authored with H. Feng and J. Rohde.
59. "Mathematical Modeling of Nonlinear Phenomenon in Fracture Mechanics," Book Chapter in *Nonlinear Fracture Mechanics*, ed. M. P. Wnuk, published by Springer-Verlag, 1990.
60. "Cohesive Models for Quasistatic Cracking in Inelastic Solids," *International Journal of Fracture*, Vol. 48, 1993, pp. 115-138. Co-authored with H. Feng.
61. "Quasi-static Extension of Cohesive Crack Described by the Energy Partition Technique," *International Journal of Fracture*, Vol. 59, 1993, pp. 245-264. Co-authored with B. Amini.
62. Local and Global Instabilities Associated with Continuing Crack Extension in Dissipative Solids Part I, Prace Instytutu Odlewnictwa, Krakow, 1995, Vol. 45, No. 4, pp.219-250.
63. Influence of Prestraining and Residual Stresses on Material Resistance to Crack Propagation in Context of Fail Safe Design Procedures, co-authored with M. Choroszynski, published in *Proceedings of Welding Institution of Yugoslavia*, Belgrade, 1996.
64. "Local and Global Instabilities Associated with Continuing Crack Extension in Dissipative Solids," *International Journal of Fracture*, Vol. 84, 1997, pp. 237-260, co-authored with B. Omidvar .
65. "Effects of Strain Hardening on Quasi-static Fracture in Elasto-plastic Solid Represented by Modified Yield Strip Model," *International Journal of Fracture*, Vol. 84, 1997, pp. 383-403, co-authored with B. Omidvar.
66. "Constitutive Modeling of Damage Accumulation and Fracture in Multiphase Materials," *Computer Methods in Appl. Mechanics and Engineering*, Vol. 141, 1998, pp. 587-591.
67. "Relationship Between the CTOD and the J-Integral for Stationary and Growing Cracks Closed Form Solutions," 1998, *International Journal of Fracture*, Vol. 87, pp. 331-343, co-authored with B. Omidvar and M. Choroszynski.

Публикации по нелинейной механике разрушения

1. M. P. Wnuk and J. Legat, 2002, "Work of fracture and cohesive stress distribution resulting from triaxiality dependent cohesive zone model", *Int. J. Fracture*, Vol. 114, pp. 29 - 46.
2. M. P. Wnuk, 2003, "Enhancement of fracture toughness due to energy screening effect in the early stages of non-elastic failure", published by Blackwell Publishing Ltd., UK, *Fatigue Fract. Engng. Materials*, Vol. 26, pp. 741 - 753.
3. M. P. Wnuk, 2003, "Dissipation of energy as a measure of material resistance to fracture", *Maintenance and Reliability*, 3-19 (1) 2003.
4. M. P. Wnuk, 2003, "Quantum theory of quasistatic fracture propagating in nonelastic solids", *Maintenance and Reliability*, 6-14 (2) 2003.
5. M. P. Wnuk, 2003, "Mesomechanics of quasistatic fracture", *Physical Mesomechanics*, Vol. 6, No. 4, pp. 85-94.
6. M. P. Wnuk and A. Yavari, 2003, "On estimating stress intensity factors and modulus of cohesion for fractal cracks", *Engineering Fracture Mechanics* 70, 2003, pp. 1659-1674.
7. M.P. Wnuk, 2004, "Fundamental concepts of damage tolerant design", *Physical Mesomechanics*, Vol. 7, No. 6, pp. 19-38.
8. M. P. Wnuk, 2004, "Concepts and relationships in linear and nonlinear fracture mechanics. Part 1, Linear elastic fracture mechanics", *Maintenance and Reliability*, 35-48 (1) 2004.
9. M. P. Wnuk, 2004, "Local and global instabilities in ductile failure", *Maintenance and Reliability*, 40-51 (3) 2004.
10. M. P. Wnuk and A. Yavari, 2005, "A correspondence principle for fractal and classical cracks, *Engineering Fracture Mechanics*", 72, 2005, pp.2744-2757.
11. A. Rouzbehani and M. P. Wnuk, 2005, "Instabilities in Early Stages of Ductile Fracture", *Physical Mesomechanics*, 2005, Vol. 8, No. 5 & 6, pp. 81 - 92.
12. M.P. Wnuk and A. Yavari, 2008, "Discrete fractal fracture mechanics", *Engineering Fracture Mechanics*. 75(5), 2008, pp. 1127-1142.
13. M. P. Wnuk and A. Rouzbehani, 2008, "A mesomechanics model of fatigue crack growth for nanoengineering applications", *Physical Mesomechanics*, Vol. 7, No. 2, 2008.
14. M. P. Wnuk, 2008, "Discrete and Fractal Aspects of Fracture at Nano-scale Levels", IFMASS 10, Keynote Lecture, Zlatibor, Serbia, June 23 – 28, 2008.
15. M. P. Wnuk, 2008, "From Macro to Meso and Nano Material Failure", in *Proceedings of the International NATO Symposium on "Safety and Reliability"*, Portoroz, October 18 – 25, 2008.
16. M. P. Wnuk and A. Yavari, 2009, "A discrete cohesive model for fractal cracks", *Engineering Fracture Mechanics* 76 (2009), pp. 548-559.
17. M. P. Wnuk, 2009, "Discrete Cohesive Model of Fractal Fracture", in *Proceedings of the 4th International Conference on Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity*, Lviv Polytechnic National University, Lvov, Ukraine, June 2009.
18. M. P. Wnuk, 2009, "Discrete and Fractal Nature of Fracture", presented at 9th International Conference on New Trends in Fatigue and Fracture, October 12 – 14, Belgrade, Serbia, 2009.
19. M. P. Wnuk, 2010, "Quantum and Fractal Nature of Fracture in Solids", Seminar lecture at Mech. Science and Engineering U. of Illinois at Urbana-Champaign, February 25, 2010.
20. M. P. Wnuk, 2010, "Remembering Professor Michal Zyczkowski", essay published in Cracow University of Technology publication "Biuletyn 2/8/2010", Krakow 2010.
21. M. P. Wnuk, "Integrity of Bonded Joints", 2011, *Physical Mesomechanics*, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Panin Jubilee Issue 2011, in print.

P.S.

Пестриков В.М. Один из творцов современной механики разрушения. In Proceedings of POLISH-AMERICAN SYMPOSIUM HONORING 75th BIRTHDAY AND FIFTY YEARS OF TEACHING AND RESEARCH OF PROFESSOR MICHAEL P. WNUK. THEORETICAL FOUNDATION OF EXCELLENCE IN CONTEMPORARY ENGINEERING. 12 September 2011. FOUNDRY RESEARCH INSTITUTE KRAKOW. 2011. P. 126-142.