

阿列克谢耶夫斯基在低温物理中的贡献

徐载通

(苏州大学 物理系)

尼科拉依·叶弗根耶维奇·阿列克谢耶夫斯基(Н.Е.Алексеевский)是著名的原苏联实验物理学家,原苏联科学院通讯院士(1960年)。1925年5月23日出生于彼得罗巴甫洛夫斯克。1936年毕业于列宁格勒工学院;1936至1941年,在哈尔科夫乌克兰科学院物理技术研究所工作;1942年,被调往苏联科学院物理问题研究所工作,任高级研究员;从1949年起,担任该研究所的实验室主任。也是原苏联科学院超导电性委员会、《低温物理问题》科学委员会,以及一些国家《低温物理问题》科学委员会的负责人。

阿列克谢耶夫斯基主要从事低温物理领域的实验研究。1936年至1941年,参加了原苏联第一个低温实验室的创建工作;是原苏联最先获得0.05K低温的实验物理学家。长期以来,他在低温物理领域做了大量的实验研究工作,有着许多重要的发现和发明,为原苏联低温物理方面的发展作出了卓越的贡献。

研究超导电性过程中的发现

1936至1938年期间,阿列克谢耶夫斯基和苏布尼科夫、霍特克维奇一起,研究了在通过的电流和外磁场的同时作用下,金属和合金的超导电性的破坏,发现了这种破坏的特点。他们在 $T \approx 2\text{K}$ 的温度下,对圆柱形锡单晶进行了测量,发现当它的超导电性受到电流破坏时,就会产生中间态。1936年,阿列克谢耶夫斯基最先在实验上证明了西尔斯比关于电流对超导电性破坏的本质的假设。西尔斯比曾经假设:(对于第一类超导体来说)当磁场强度超过一定值 H_c (临界磁场)时,超导电性将被破坏,超导体从超导态转变到正常态(假定样品是细长圆柱体,退磁因子近似为零),临界磁场 H_c 和温度 T 近似地成抛物线关系。通过超导体的电流会在其表面产生磁场,当电流超过一定值 I_c (临界电流)时,该磁场将超过 H_c ,超导电性将被破坏。对于半径为 r 的一根长直超导线来说,在没有外磁场时, $I_c = 2\pi r H_c$,这就是通常所称的西尔斯比定则。

从1945年开始,阿列克谢耶夫斯基对由非超导成分所合成的金属间化合物的超导电性进行了长期的研究。值得指出的是,他对超导体的压力效应,即压力对超导体的临界温度和临界磁场的影响进行了一系列的研究。阿列克谢耶夫斯基采用由他自己所制备的超导金属间化合物的样品,首先观察到当样品受到压力作用时,其临界温度随之增加的现象;他证实当样品中存在最佳值的电子浓度时,就是产生超导电性的最有利条件。在这方面, he 和其它人合作发表了一系列论文,其中有:《铋的超导合金的临界温度跟压力之间的关系》(1949年),《关于超导体的临界温度随压力偏移的问题》(1952年),《压力对 α 型的 Bi_2Pd 与 β 型 Bi_2Pd 的超导性质的影响》(1955年),《压力对 α 型的 Bi_2Pd 与 β 型 Bi_2Pd 的超导性质的影响》(1956年);《 $\text{MO}_6\text{SnCa}_{0.5}\text{S}_8$ 在超导状态和正常状态时,压力对它的影响》(1975年)等。

1959年,阿列克谢耶夫斯基在实验中发现铋的合金的临界温度和第二类金属原子半径之间存在着一定的关系。同年,阿列克谢耶夫斯基和其助手们一起对一系列铋的合金进行了研

究。他们发现在这一系列铋的合金中,多数合金具有超导电性;他们认为这样就有可能将铋跟碱金属,以及铋跟过渡金属所形成的〔类质〕同晶型、且具有超导电性的化合物分成两种类型,即: ABi_2 ($A=K, Rb, Cs$) 类型和 BBi ($B=Ni, Rh, Pt$) 类型。在这研究过程中,他们还发现临界温度和化合物结构的特征(即组成成分原子的半径,以及铋—铋之间的距离)之间存在着一定的关系;此外,他们还对具有超导电性的纯铋可能有的变体结构进行了研究。

1962年,阿列克谢耶夫斯基研究了电流破坏超导电性的现象,利用铁磁粉末研究了中间态的相的分布状况,获得了跟朗道所提出的中间状态图象相一致的图象。在研究超导转变的动力学时,还发现电流对超导体的破坏是和中间态的发生相联系的,而且发现转变到这个态的过程是不平衡的。

1963年,阿列克谢耶夫斯基和其助手们一起研究了热处理对以铋和锆为主的超导合金的临界参量的影响,他们发现在很多情况下,热处理会使它们的临界电流密度和超导转变温度提高;阿列克谢耶夫斯基还发现由非超导成分所组成的一系列合金和化合物,其中包括镓和铝的氮化物具有超导电性。同年,他和助手共同发表了题为《关于镓的氮化物的超导电性》的论文。

1965年,阿列克谢耶夫斯基在实验中发现 Nb , Al 和 Ge 三者的合金具有超导电性;并且发现当它们合金的临界温度超过 $20K$ 时,能够长期的存在超导电性。

70年代开始,阿列克谢耶夫斯基对群系的超导电性进行了研究。他发现化合物 $SnMo_6S_8$ 中锡的同位素效应的符号相反;他又发现:钼的三元氧化物在达到最大的临界场值时,具有高临界电流密度。在这方面他发表了一系列论文,其中包括:《钼的三元氧化物的超导性质和磁学性质》(1974年),《钼的三元氧化物的临界点》(1977年),《 $SnMo_6S_8$ 的同位素效应的特点》(1980年)和《金属氧化物在超导状态和正常状态时性质的研究》(1988年)等论文。

研究纯金属磁场电特性过程中的发现

1956年开始,阿列克谢耶夫斯基对处于低温、强磁场中的纯金属磁场电特性进行了一系列的研究。在这方面的大量研究工作为金属物理学开拓了一个新的研究方向——费米面电磁性质的研究。

1956年,阿列克谢耶夫斯基及其助手在强大可逆的各向压力的作用下,对铋的电磁性质及其电导率进行了测定,并且利用金属的双带模型阐明了实验的结果。1957年,他们在 $293K$ 至 $4.2K$ 的温度区间内,以及磁场强度为 $2.2T$ 的磁场中,对具有各种不同纯度的 Bi , Sn 和 Al 样品的电阻和霍耳电动势的变化情况进行了研究。他们发现,其中大多数样品在电流方向和磁场方向所通过的平面内,产生横向的电势差;这个电势差在弱磁场中为磁场的二次方函数;所产生的这个电势差的最大值,是电流方向和磁场方向之间的夹角(相当于 45°) 的函数。这个电势差的数值(纵向磁场的函数),在足够低的温度下,首先经过最大值,然后随磁场的增加而逐渐减小。他们又发现,其中的许多样品在强磁场中,在其一定的结晶方向上,这个电势差先转变为零,而后改变符号;但在磁场强度约为 $2T$ 的磁场中,它们所产生的电动势却超过最初的电势差,有的甚至超过数十倍。由很灵敏的探测器所测得的这个电势差符号的改变,说明了霍耳《平面效应》的一个特点,就是不可能通过磁场的换向来区分处

于磁场中的样品所产生的电动势的张量成分。关于这方面的研究成果,已在1958年所发表的《金属在低温下的反常电磁性质》的论文中作了总结。

1957年,阿列克谢耶夫斯基和加伊杜科夫一起对具有正常电阻、温度关系,和反常电阻、温度关系的两种金的样品的霍耳效应的变化情况进行了研究。他们对这两种金的样品处于0.7K至295K范围内的一系列温度时,测定了霍耳电动势跟磁场之间的关系。他们发现当金的正常样品和反常样品处于磁场强度 $H < 0.8\text{T}$ 的磁场中时,两者的霍耳常数完全相同;当它们处于 $H > 0.8\text{T}$ 的磁场,且在低温区域内时,两者的霍耳常数有着显著的不同;当它们处于 $H = 0.8\text{T}$ 的磁场中时,两者的霍耳常数数值,跟磁场、温度关系曲线的最低谷处所对应的磁场的霍耳常数数值相同,转变成零。关于这方面的研究成果,已经总结在1957年所发表的题为《金的霍耳效应和磁化率》的论文中。

1958年,阿列克谢耶夫斯基对处于低温、磁场中金属电阻的变化情况进行了研究。关于这个问题,早在1926年卡皮查曾经进行过详细的研究。卡皮查研究过数十种金属多晶体样品在低温、以及磁场强度为数十特斯拉的强磁场中电阻的变化情况;他发现在强磁场中,大多数金属的电阻随磁场是按线性规律增加的;然而在理论上却预言在强磁场(或者饱和磁场)中,金属的电阻随磁场是按两次方的规律增加的。关于这种现象,在卡皮查发现以后的30年中,一直没有得到成功的解释。直到1958年,在阿列克谢耶夫斯基完成了这方面的实验研究以后,终于成功地解释了《卡皮查线性定律》。阿列克谢耶夫斯基认为金属电阻和磁场之间之所以存在着各种不同的关系(即呈二次方的增加,或者呈饱和状态),这完全取决于电流载流子轨迹的类型(即是开放型,还是封闭型),以及电子数和空穴数的比率。

1958年,阿列克谢耶夫斯基对处于液氮温度和横向磁场中一系列完整无损的金属——金、铜、铅、铊、镓和钠的电阻变化情况进行了系统的研究。此后,同年,他又在同样的实验条件下,对铋的电阻变化情况进行了研究。他从所获得的实验资料发现:金属具有费米面这是一种非常普遍的现象。在这里,特别要指出的是,阿列克谢耶夫斯基将他制成的一种沿轴向(近似于双轴结晶方向)呈圆柱形的纯金单晶样品(在温度为4.2K和300K时,其阻值之比为 6×10^{-4}),放在横向的强磁场中,且在72个不同的测量方向(相对于样品横截面内所选定的某一方向而言)上进行了电阻测定。他发现,当磁场为某一确定值时,金的电阻值跟测向角之间存在着一定的关系。总结实验资料,发明了一种《极谱图》,根据这种《极谱图》可以看出,金的电阻值和测向角之间关系的最小值和最大值对称分布,呈《玫瑰》形状。在测量金的电阻(为磁场的函数)时,发现沿这个最大值的方向测量时,电阻随磁场呈二次方增大,直至磁场的最大值;但是,又发现在3.5T的磁场中,沿这个最小值的方向测量时,则呈完全饱和状态。按角度(2.5°)求曲线效应的平均值,得到了一条曲线,根据这条曲线可以知道金的电阻是随磁场呈线性增大的。

1959年,阿列克谢耶夫斯基在实验中发现,铜和银跟金一样,若按角度求曲线效应的平均值,同样可以获得一个由卡皮查所发现的多晶体的电阻随磁场呈线性变化的规律。

研究金属费米面类型过程中的发现

阿列克谢耶夫斯基认为,上述的这个规律是用来判断一价金属存在《开放型》费密面的准则。阿列克谢耶夫斯基在由他所获得的特殊磁场方向的球极平面投影(这是一种中心投影:若以球面上c点为中心的球面各点投影到垂直于球半径oc而不通过c点的一个平面)的基

础上得出结论：金、银和铜所具有的费米面形貌似皱纹形圆柱体，且呈空间网状；这种皱纹形圆柱体的轴线是沿着〔111〕，〔110〕（金和银），以及〔111〕，〔110〕，〔001〕（铜）方向的；铊和镓（它们的结构比较起来，并不那么对称）的费米面，其形貌似皱纹形平面；铅和锡具有前面一种类型的费米面，其圆柱体的轴线沿着〔111〕（铅），〔010〕和〔111〕（锡）方向的。通过实验研究，阿列克谢耶夫斯基于1959年指出：银、金、铜、铅、锡、铊、镓、铟、镉和铊具有《开放型》的费米面；而铋、锑、铊、钠、钨、铍、铝和水银则具有《封闭型》的费米面。阿列克谢耶夫斯基还将自己所获得的实验资料，跟由利弗希茨和彼斯强斯基所完成的某些具体类型的费米面的计算结果相比较，确定了金的费米面参量的数值；对于电子浓度，可以测定精确到原子的一个电子数目的程度。他根据自己测得的银的霍耳常数的资料，确定银的费密球的半径等于6.1eV；同时，又估算了由空间网状所围成的细小管子直径的大小。1959年，阿列克谢耶夫斯基还采用加大压力和掺入杂质的方法，作了研究它们将对费密面产生怎样影响的实验。结果，他发现：对锡即使加上400个大气压，对其费米面丝毫没有影响；而对铅—铊固溶体的费米面才有产生影响的可能性。

在研究金属费米面拓扑结构过程中的发现

1960年，阿列克谢耶夫斯基跟利弗希茨和彼斯强斯基一起对40种非常纯净、且有各种不同结晶方向的样品（在温度为300K和4.2K时，它们的电阻阻值之比 $R_{300}/R_{4.2}$ 为20000至60000）的霍耳效应。以及它们在磁场中的电阻变化情况进行了详细的研究。测量是在温度为4.2K，磁场强度为3.4T的磁场中进行的。他们将所获得的电流方向和磁场方向的球极平面投影，跟利弗希茨和彼斯强斯基所建立的费米面类型的理论进行了仔细的比较；同时，又对所获得的霍耳效应的资料进行了分析；他们认为锡的《开放型》费米面，具有两个沿着倒易点阵〔001〕法线方向的《皱纹面》，这些平面是由细小的《管子》相联结的，而这细小《管子》的轴线是跟倒易点阵〔001〕的棱完全一致的。平面之间的距离和管子直径的大小大致等于倒易点阵常数的一半；除此而外，锡还有那个体积跟倒易点阵的一个晶胞范围相同的封闭型的费米面；《封闭型》的费米面为电子表面，《开放型》的费米面为空穴表面；电子表面的费米面的体积和空穴表面的费米面的体积两者抵偿的结果，能够解释在一系列的测量方向上金属电阻随磁场呈二次方增加的原因。关于这方面的研究成果，阿列克谢耶夫斯基已经总结在1961年所发表的著名论文《关于锡的费米面问题》中。

1961年，阿列克谢耶夫斯基采用由他所发明的《极谱图》方法，继续研究费米面的拓扑结构。他把获得的实验资料跟利弗希茨和彼斯强斯基所建立的费米面类型的理论进行比较以后，指出：铅的费米面具有开放型的轨道，形貌似皱纹形圆柱体，呈空间《网袋》型式。他所描述的铅的这种费密面形状，也和由戈尔德所获得的磁化率的振荡实验资料完全吻合。1961年，他发表了《铅的费米面》的论文。这一年，阿列克谢耶夫斯基还根据所获得的实验资料，提出假设：铝的费米面是《鞍状型》的。

1962年，阿列克谢耶夫斯基和加伊杜科夫对镉、铟和铊的电阻的各向异性情况和霍耳效应进行了测量。他们测定这些具有开放型费米面的金属，其中：铟具有分布在平面（0001）内，且平行于主轴的开放型的轨道；铊具有只分布在平面（0001）内的开放型的轨道；而镉具有只平行于主轴的开放型轨道。关于这方面的研究成果，他们已经总结在1962年所发表的《镉、铟和铊的费米面截面的发现》的论文中；1963年，他们又发表了《“关于发现铟的

费米面的符号”一文中的修正》的论文。

阿列克谢耶夫斯基在总结了他的专门研究费米面拓扑结构的主要实验工作以后,指出:在很多情况下,采用哈里逊的自由电子模型,能够满意地解释这方面实验的结果。1959年至1960年,哈里逊曾经很成功地采用一种简单的几何作图方法,如果假设电子是完全自由的,采用这种方法就能够作任何金属的费米面。因此,哈里逊的自由电子模型,在建立费米面模型的工作中,所起的重要作用,正象大海航行中指南针所起的重要作用一样。不过,需要指出的是,哈里逊的这种简单的自由电子模型,对于那些跟布里渊区周界的交点附近,或者费米面各个不同部分的交点附近的详细细节,还需要描述得更准确些。

1962年,阿列克谢耶夫斯基研究过钚的电磁性质,获得了有关它的费米面拓扑结构的详细资料。他根据霍耳电动势所给出的球极平面投影,以及电流图表,发现钚的费米面的空穴部分具有平行于第四级轴的开放方向;他发现在具有电阻阻值之比 $R_{300}/R_{4.2}=300$ 的钚的样品上,与纯净钚(电阻阻值之比 $R_{300}/R_{4.2}=2000$)的样品不同,前者的霍耳电动势跟磁场之间的关系存在着一个转折点;他还测得在80K的温度下,前者磁化率(跟温度成函数关系)的最大值。1964年,发表了《钚的电磁性质》的论文。

1964年,阿列克谢耶夫斯基曾经研究过在180千奥斯特的脉冲磁场中,钚、银、钨、钼、铬和钛的电阻变化情况;他根据测得的资料,对这些金属的费米面作出了结论:特别是他发现铬所具有的费米面属于《开放型》。同年,阿列克谢耶夫斯基还对被氢化作用过的钚单晶体的电磁性质进行过研究;他发现,在所研究的氢的浓度范围内,在10T的磁场中,在各个不同方向上,电阻值和测向角之间关系的特点不变;还对溶解的氢对钚的费密面形状的影响程度进行了研究。

研究超导薄膜过程中的发现

1939至1940年期间,阿列克谢耶夫斯基发明了一种新颖的磁学测量方法。他采用这种方法曾对超导薄膜进行过研究。他发现由于超导薄膜本身的各种界面效应,及其与底板的相互作用都很显著,因此,它的超导电性(例如临界温度)与大块样品的差异很大;他还发现超导薄膜样品的临界磁场 H_c 也和大块样品不同;一般,超导薄膜的临界磁场 H_c 随着薄膜厚度 d 的减小而增加,即 $H_c \propto d^{-1}$ 。

1959年,阿列克谢耶夫斯基和M.H.米赫耶娃一起采用脉冲的方法,对沿着圆形锡膜径向通过的临界电流进行了研究。这种锡膜,他们是在室内低温条件下,由蒸发出来的锡蒸汽沉积在玻璃片上形成的。在这个实验过程中,他们发现圆形锡膜径向临界电流的大小跟温度间隔 ΔT ($\Delta T = T_c - T$, T_c 为临界温度)之间的关系,随着 ΔT 大小不同而不同,即:只有在 $\Delta T \leq 0.05K$ 时,其临界电流的大小才能符合理论上所预言的按 ΔT 的3/2方的规律变化;而当 ΔT 比较大时,其临界电流的大小与 ΔT 之间成线性关系。在实验中还发现,临界电流的绝对值是接近于理论预言值的。关于这方面的研究成果,已经总结在1960所发表的《锡制超导薄膜的临界电流》的论文中。

1962年,他们两人一起在实验中发现由液氮所冷却的衬垫物上新凝聚的铍膜具有超导电性;并且发现铍膜是一种不稳定的变体,具有非常无序的结构和很高的临界场。

研究新的量子现象—《磁击穿》过程中的发现

1963年,阿列克谢耶夫斯基对铈和铍的电磁性质进行了研究。他发现,这些金属在足够强的磁场(对于铈为0.2T;对于铍为0.5T)中产生一种新的跟《磁击穿》有关的现象。在70年代,阿列克谢耶夫斯基在总结以往大量研究工作的基础上,重点研究了磁击穿对铍的霍耳效应的影响;铈和钒的磁击穿问题;磁击穿对铈和铍中热电动势的影响等问题。阿列克谢耶夫斯基发现,在一系列的金属中都存在着一种新的量子现象——相干性的《磁击穿》现象。他又发现:在这种崭新的现象中,金属的一些宏观特性,例如导电性和热电动势等,都是由从一个费米面通过《隧道》贯穿到另一个费米面的传导电子波函数的相所引起的。关于这方面的研究,曾发表了一系列的论文:《关于铍的磁击穿问题》(1964年),《磁击穿对铍的霍耳效应的影响》(1973年),《在钒中的磁击穿》(1975年),《铈在强磁场中的磁击穿》(1977年),《磁击穿和铈中的热电动势》(1977年),《在铍的热电动势中,磁击穿阻尼振动的相》(1982年)等。

在研究穆斯堡尔效应过程中的发现

众所周知,穆斯堡尔效应就是:如果发射或吸收 γ 射线的原子核(铱原子核)束缚在晶体的晶格中,则该原子核就会有一定的几率不单独发生反冲,这种无(单独)反冲 γ 射线共振吸收的效应,被称为穆斯堡尔效应。这是1955年由年仅26岁的西德著名实验物理学教授鲁道夫·路德维格·穆斯堡尔开始研究原子核对辐射的共振吸收,历经三年奋斗后,于1958年在铱 $^{191}(\text{Ir}^{191})$ 低温的 γ 射线共振吸收实验时发现的。它主要是用能量低于150keV的 γ 辐射并在声子损失最小及与光电过程或内转换过程竞争最小的条件下实现的。穆斯堡尔效应有极高的能量分辨本领,利用它可以直接观测核能级的超精细结构,以及用来验证广义相对论;它还可以作为研究原子核周围环境的灵敏探针,而这种探针所提供的微观结构的信息在物理学、化学、生物学、地质学和冶金学等学科的基础研究方面,均有着广泛的应用。

1962年,阿列克谢耶夫斯基和沙毕罗等助手一起对从锡晶体的各个晶面切下的薄片,且具有23.8keV能量的 γ 量子共振吸收的几率进行了测定。在这个实验中,他们观察到由 Sn^{118} 的原子核所激发的四极矩(核四极矩,就是表示原子核内电荷分布与球面对称分布偏差的量)跟内部电场的相互作用所产生的穆斯堡尔线形状的变化情况;同时,他们又发现这个效应非常明显地表现出各向异性,不但状态不同,而且吸收的最大值也不同。这个实验资料表明,不但能够确定恒定核四极作用的符号,而且基本上还能够确定电场梯度分量的数值;不过,需要指出的是,对于锡来说,在这个效应中所测得的数值太小。1962年,他们共同发表了题为《在单晶 β -Sn中穆斯堡尔效应的各向异性问题》的论文。

1962年,阿列克谢耶夫斯基跟萨莫依洛等助手一起对 In^{114} , Re^{186} 和 Ir^{192} 的 β 辐射的非对称性问题进行了研究。他们发现,在这些元素内场的指向跟磁化场的方向相反;他们成功地估算了 In^{114} 的核自旋的弛豫时间的下限,并且获得了有关 $\text{Ir}^{192}-\text{Pr}^{192}$ 的 β 跃迁的矩阵元资料。阿列克谢耶夫斯基还发明了一种新的测定热容量的实验方法,测定了铈和铱跟铁的合金的核热容,以及产生这种效应的 H 值;他还计算了 In^{114} , Re^{186} 和 Ir^{192} 的放射性同位素的核磁矩的大小。

1964年,阿列克谢耶夫斯基在研究白锡单晶体穆斯堡尔效应的各向异性问题过程中,

极大地提高了测量精确度；阿列克谢耶夫斯基得到的实验资料证实了他早先观察到的穆斯堡尔效应随温度不同而各向异性的变化情况；这一年，阿列克谢耶夫斯基还和助手们一起，在一个大的温度间隔内，测定了锡的各种不同的金属间化合物的穆斯堡尔线的位移情况。

发 明

除了前面文中所提到的发明以外，阿列克谢耶夫斯基还有其它一些重要发明：

他发明了一种在超低温（0.3K以下）和高压的情况下，测定置于脉冲磁场中金属电阻的方法；为了在强磁场中测定磁化率，发明了一种弦线式磁强计；还发明了一种非均匀磁场的质谱仪，其分辨率要比当时一般质谱仪的分辨率提高了一个数量级。

1962年，阿列克谢耶夫斯基利用超导薄膜发明了一种冷子管。这是一种利用超导现象，在外磁场作用下，以跃迁改变其状态的微型电子开关器件，它主要应用于数字计算机的逻辑元件和存储单位。

1966年，阿列克谢耶夫斯基还发明了一种制造 Nb_3Sn 带材的扩散法。这是他的一个重大发明和贡献。由于 Nb_3Sn 带材的扩散法。这是他的一个重大发明和贡献。由于 Nb_3Sn 的临界温度 $T_c \approx 18K$ ，是绕制1T以上超导磁体比较成熟的超导材料；但是，由于这类化合物很脆，不能加工也不能直接用它绕制超导磁体。因此，采用这种扩散法来制造超导材料，比较成熟的是带材。他所发明的这种扩散法，后来被广泛地应用于制造超导磁性系统方面。1967年，他荣膺苏联国家奖金。

数十年来，阿列克谢耶夫斯基共发表了100多篇学术论文；写有低温物理学和质谱仪方面的著作；他还培养了大批年轻的科学家，这些科学家现在正在低温物理领域内积极地工作着。由于阿列克谢耶夫斯基在低温物理领域内的研究工作成绩卓著，他于1951年荣膺原苏联科学院以帕帕列克西名字命名的奖金；还荣获三枚勋章，三枚奖章和《波兰人民共和国勋章》。